

Aus dem Institut für Tierhaltung und Tierzucht
Universität Hohenheim
Fachgebiet: Nutztierethologie und Kleintierzucht
Prof. Dr. W. Bessei

**Untersuchungen zur Variation und Rhythmik der individuellen Futteraufnahme bei
Pekingenten in Gruppenhaltung**

Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors
der Agrarwissenschaften

der Fakultät Agrarwissenschaften

von
Tobias Alexander Georg Bley
aus Stuttgart
2003

Die vorliegende Arbeit wurde am 25.10.2002 von der Fakultät Agrarwissenschaften der Universität Hohenheim als „Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Agrarwissenschaften“ angenommen.

Tag der mündlichen Prüfung:	13.12.2002
Dekan:	Prof. Dr. K. Stahr
Berichterstatter, 1. Prüfer:	Prof. Dr. W. Bessei
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. E. von Borell
2. Prüfer:	Prof. Dr. M. Gerken
3. Prüfer:	PD Dr. E. Hartung

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Literaturübersicht.....	2
2.1	Futteraufnahmeverhalten.....	2
2.1.1	Erfassung der Futteraufnahme beim Geflügel.....	2
2.1.2	Mahlzeiten und Pausen.....	9
2.2	Schlußfolgerung für die eigenen Untersuchung	18
3	Material und Methoden.....	19
3.1	Tiere und Haltung.....	19
3.1.1	Versuch 1	19
3.1.2	Versuch 2	19
3.2	Datenerfassung	20
3.2.1	Erfassungstechnik	20
3.2.2	Erfasste Merkmale	21
3.3	Einteilung der Freßtypen.....	21
3.4	Statistische Auswertung.....	23
3.4.1	Vergleich der Gruppen bezüglich der Parameter des Freßverhaltens sowie der Leistungsparameter.....	23
3.4.2	Rhythmik	25
3.4.3	Freßpausendauer	26
4	Ergebnisse.....	27
4.1	Ergebnisse - Versuch 1	27
4.1.1	Aufteilung der Tiere nach Freßtyp	27
4.1.2	Anzahl Mahlzeiten pro Tag.....	28
4.1.3	Mahlzeitendauer	29
4.1.4	Mahlzeitengröße	30
4.1.5	Verzehrintensität.....	31
4.1.6	Freßdauer pro Tag.....	32
4.1.7	Lebendgewicht.....	33
4.1.8	Futtermverbrauch pro Tag.....	34
4.2	Ergebnisse - Versuch 2	35
4.2.1	Aufteilung der Tiere nach Freßtypen – Versuch 2	35
4.2.2	Anzahl Mahlzeiten pro Tag.....	36
4.2.3	Mahlzeitendauer	38
4.2.4	Mahlzeitengröße	39
4.2.5	Verzehrintensität.....	40
4.2.6	Freßdauer pro Tag.....	41
4.2.7	Lebendgewicht.....	43
4.2.8	Futtermverbrauch pro Tag.....	44
4.2.9	Rhythmik	45
4.3	Freßpausen.....	49
4.3.1	Häufigkeitsverteilung aller Pausen.....	49
4.3.2	Häufigkeitsverteilung von Pausen mit einer Dauer bis 300 s.....	50
4.3.3	Häufigkeitsverteilung von Pausen mit einer Dauer über 300 s	53
5	Diskussion.....	56
6	Zusammenfassung	67
7	Summary.....	70
8	Literaturverzeichnis	72
9	Anhang.....	79

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Schematische Darstellung der Struktur von Mahlzeiten bei Enten (REITER, 1990).....	9
Abb. 2: Verteilung der kumulierten relativen Häufigkeit von Pausenlängen zwischen der Futtermittelaufnahme bei Enten zur Bestimmung eines Mahlzeitenkriteriums (REITER und LAUBE, 1994).....	11
Abb. 3: Schematische Darstellung einer Log Survivorship Funktion.....	12
Abb. 4: Beispiel einer Log Survivorship Funktion. t_1 stellt das nach Gleichung (2) berechnete, t_2 das visuell bestimmte und t_3 das nach Gleichung (3) berechnete Mahlzeitenkriterium dar. (SLATER und LESTER, 1982).....	14
Abb. 5: Schematische Darstellung der, einer Log Survivorship Funktion unterliegenden Prozesse within bout intervals, between bout intervals und between cluster intervals (MACHLIS, 1977).....	15
Abb. 6: Dem Fressen unterliegende Prozesse in Form von Normalverteilungen. Normalisiert durch Logarithmieren der Pausendauer (TOLKAMP et al., 1998).....	17
Abb. 7: Häufigkeitsverteilungen der Mittelwerte des Parameters Anzahl Mahlzeiten pro Tag für die Freßtypen (H, L, R) – Mittelwerte pro Tier.....	27
Abb. 8: Least Square Mittelwerte des Parameters Anzahl Mahlzeiten pro Tag (n) in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 3-7).....	28
Abb. 9: Least Square Mittelwerte des Parameters Mahlzeitendauer (s) in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 3-7).....	29
Abb. 10: Least Square Mittelwerte des Parameters Mahlzeitengröße (g) in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 3-7).....	30
Abb. 11: Least Square Mittelwerte des Parameters Verzehrintensität (g/min) in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 3-7).....	31
Abb. 12: Least Square Mittelwerte des Parameters Freßdauer pro Tag (min) in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 3-7).....	32
Abb. 13: Least Square Mittelwerte des Parameters Lebendgewicht (g) in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 14-49).....	33
Abb. 14: Mittlerer Futtermittelverbrauch pro Tag (g) in Abhängigkeit des Freßtyps (H, L, R) im Alter von 14 bis 49 Tagen.....	34
Abb. 15: Häufigkeitsverteilungen der Mittelwerte des Parameters Anzahl Mahlzeiten pro Tag für die Freßtypen (H, L, R) – Mittelwerte pro Tier.....	35
Abb. 16: Least Square Mittelwerte des Parameters Anzahl Mahlzeiten pro Tag (n) in Abhängigkeit von Geschlecht (Erpel, Enten) und Alter (Lebenswoche 4-7).....	36
Abb. 17: Least Square Mittelwerte des Parameters Anzahl Mahlzeiten pro Tag (n) in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 4-7).....	37
Abb. 18: Least Square Mittelwerte des Parameters Mahlzeitendauer (s) in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 4-7).....	38
Abb. 19: Least Square Mittelwerte des Parameters Mahlzeitengröße (g) in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 4-7).....	39
Abb. 20: Least Square Mittelwerte des Parameters Verzehrintensität (g/min) in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 4-7).....	40
Abb. 21: Least Square Mittelwerte des Parameters Freßdauer pro Tag (min) in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 4-7).....	42
Abb. 22: Least Square Mittelwerte des Parameters Lebendgewicht (g) in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 21 und 45).....	43
Abb. 23: Mittlerer Futtermittelverbrauch pro Tag (g) in Abhängigkeit des Freßtyps (H, L, R) im Alter von Lebenswoche 14 bis 49 Tagen.....	44
Abb. 24: Beispiel des Powerspektrums für den Futtermittelverbrauch pro Stunde (g) eines H-Tieres über den gesamten Versuchszeitraum.....	45

Abb. 25: Mittlerer Futtermittelverbrauch pro Stunde (g) des in Abb. 24 dargestellten H-Tieres über den gesamten Versuchszeitraum.....	45
Abb. 26: Mittlerer Futtermittelverbrauch pro Stunde (g) über den gesamten Versuchszeitraum - pro Freßtyp (H, L) gepoolt, (Linien geglättet).....	46
Abb. 27: Schematische Darstellung der relativen Häufigkeiten von Pausendauern mit den Wendepunkten WP 1 und WP 2.....	49
Abb. 28: Vergleich der relativen Häufigkeit der Pausendauer in Abhängigkeit des Freßtyps (H, L, R) bei einer Klassenbreite von 5 min in Versuch 2.....	50
Abb. 29: Kumulierte Häufigkeit der Pausendauer bis 300 s in den Versuchen 1 und 2 bei einer Klassenbreite von 1 s.....	51
Abb. 30: Kumulierte Häufigkeit der Pausendauer bis 300 s in Abhängigkeit des Freßtyps (H, L) bei einer Klassenbreite von 1 s in Versuch 2.....	52
Abb. 31: Vergleich der relativen Häufigkeit der Pausendauer mit einer Länge von über 5 min bis 300 min in Abhängigkeit des Freßtyps (H, L, R) bei einer Klassenbreite von 5 min in Versuch 2.....	53
Abb. 32: Vergleich der relativen Häufigkeit der Pausendauer mit einer Länge von über 5 min bis zu 300 min in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L) und Alter (Lebenswoche 4-7) bei einer Klassenbreite von 5 min in Versuch 2.....	55

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Merkmale zur Erfassung der Futteraufnahme-Aktivität (nach BESSEI; 1978).....	2
Tab. 2: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Anzahl Mahlzeiten pro Tag (n) in Abhängigkeit von Freßtyp (T) und Futterverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 3-7.....	28
Tab. 3: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Mahlzeitendauer (s) in Abhängigkeit von Freßtyp (T) und Futterverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 3-7	29
Tab. 4: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Mahlzeitengröße (g) in Abhängigkeit von Freßtyp (T) und Futterverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 3-7	30
Tab. 5: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Verzehrintensität in Abhängigkeit von Freßtyp (T) und Futterverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 3-7	31
Tab. 6: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Freßdauer pro Tag (min) in Abhängigkeit von Freßtyp (T) und Futterverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 3-7	32
Tab. 7: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Lebendgewicht (g) in Abhängigkeit von Freßtyp (T) innerhalb der Altersstufen Lebenstag 14-49	33
Tab. 8: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Anzahl Mahlzeiten pro Tag (n) in Abhängigkeit von Geschlecht (G), Freßtyp (T), Interaktion (G*T) und Futterverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 4-7.....	36
Tab. 9: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Mahlzeitendauer (s) in Abhängigkeit von Geschlecht (G), Freßtyp (T), Interaktion (G*T) und Futterverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 4-7.....	38
Tab. 10: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Mahlzeitengröße (g) in Abhängigkeit von Geschlecht (G), Freßtyp (T), Interaktion (G*T) und Futterverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 4-7.....	39
Tab. 11: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Verzehrintensität (g/min) in Abhängigkeit von Geschlecht (G), Freßtyp (T), Interaktion (G*T) und Futterverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 4-7	40
Tab. 12: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Freßdauer pro Tag (min) in Abhängigkeit von Geschlecht (G), Freßtyp (T), Interaktion (G*T) und Futterverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 4-7.....	41
Tab. 13: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Lebendgewicht (g) in Abhängigkeit von Geschlecht (G), Freßtyp (T) und Interaktion (G*T) innerhalb der Altersstufen Lebenstag 21 und 45	43
Tab. 14: Anzahl Tiere mit Rhythmik in der Futteraufnahme in Abhängigkeit von Rhythmusdauer, Freßtyp (H, L) und Altersstufe Lebenswoche 4 bis 6	47
Tab. 15: Anzahl Tiere mit Rhythmik in der Futteraufnahme in Abhängigkeit von Rhythmusdauer und Freßtyp (H, L) in der Altersspanne Lebenswoche 4 bis 7.....	48

1 Einleitung

Hausenten sind sozial lebende Tiere, die in der Regel in großen Herden gehalten werden. Die meisten Verhaltensabläufe der Einzeltiere werden deshalb durch die soziale Gemeinschaft beeinflusst. Futteraufnahme, Komfortverhalten, Aktivitäts- und Ruhephasen sind in den Herden in hohem Maße synchronisiert. Dennoch existieren erhebliche individuelle Variationen, die erst bei der Analyse der Feinstruktur zum Vorschein kommen. Die meisten Untersuchungen zur Futteraufnahme und zum Futteraufnahmeverhalten bei Enten - wie auch bei anderen Geflügelarten - beruhen auf Mittelwerten, die über die Gruppen und über mehrere Tage oder Wochen gebildet werden. Bei dieser Praxis gehen die Informationen über die Variation zwischen den Individuen und über die Zeitstruktur der Merkmale verloren.

Einzelne Untersuchungen zur Individual- und Zeitstruktur der Futteraufnahme existieren bei Enten und Hühnern (z. B. REITER, 1990; BESSEI, 1978; BARBATO et al., 1980). Diese Versuche wurden jedoch in Einzelhaltung durchgeführt. Aufgrund des hohen Versuchsaufwandes war die Anzahl der Versuchstiere gering und die Versuche erstreckten sich auf stark begrenzte Zeitabschnitte. Methoden zur individuellen Erfassung der Futteraufnahme bei Gruppenhaltung, wie sie z. B. bei Rindern üblich sind, waren bisher für Geflügel nicht verfügbar. Da in dieser Versuchssituation der soziale Einfluß weitgehend ausgeschaltet ist, stellte sich die Frage nach der Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die praktische Entenhaltung.

Untersuchungen zur Struktur der Futteraufnahme und des Futteraufnahmeverhaltens von individuellen Enten in Gruppenhaltung wurden in größerem Umfang und über längere Mastabschnitte durch die Entwicklung einer neuen Technik möglich. Da die Futteraufnahme bei Geflügel in ihrer Struktur nicht bei allen Tieren auf die gleiche Weise erfolgt (z. B. DUNCAN et al., 1970; SAVORY, 1993, 1999) sollen unterschiedliche Freßtypen bei Enten in dieser Untersuchung näher betrachtet werden. Der lange Erfassungszeitraum bietet weiterhin die Möglichkeit, Futteraufnahme auf Rhythmik (BESSEI, 1978) zu überprüfen.

2 Literaturübersicht

2.1 Futteraufnahmeverhalten

2.1.1 Erfassung der Futteraufnahme beim Geflügel

Die Erfassung der Futteraufnahme-Aktivität kann auf verschiedene Weise erfolgen. So finden sich in der Literatur, Angaben zu verschiedenen Merkmalen mit unterschiedlichen Einheiten, die von BESSEI (1978) in einer Übersicht zusammengestellt wurden (s. Tab. 1):

Tab. 1: Merkmale zur Erfassung der Futteraufnahme-Aktivität (BESSEI; 1978)

Merkmal	Maßeinheit	Autoren ⁺⁾
Futterverzehr	g/Zeiteinheit	ERIKSON und KIVIMÄE (1954); JENSEN et al. (1962); WOOD-GUSH und GOWER (1968); HUGHES (1972); MONGIN und SAUVEUR (1974); SAVORY (1976); HURNIK et al. (1977)
Freßzeit	sec; min; h	DINGLE (1971); FUJITA (1972, 1973); ABDOU et al. (1973); GOUSSOPOULOS et al. (1973); MASIC et al. (1974); ESKELAND (1976)
Stehen am Trog	sec; min; h	WOOD-GUSH (1959); BESSEI (1977)
Anzahl der Tiere am Trog	in % der Gesamttierzahl	WEAVER und SIEGEL (1968); HUGHES und BLACK (1976, 1977)
Laufaktivität am Trog	unspez. Einheiten	SIEGEL und GUHL (1956); SIEGEL et al. (1962)
Reaktion in der „Skinner Box“	unspez. Einheiten	DUNCAN et al. (1970); DUNCAN und HUGHES (1972)
Gewichtszunahme	g/Zeiteinheit	TOLMAN (1964)
Pickfrequenz	Pickschläge/Zeiteinheit	WOOD-GUSH und GOWER (1968); RAJECKI et al. (1976)
Pickstärke	unspez. Einheiten m/kp	BAYER (1929); ALTEVOGT (1951); ALTEVOGT und WEISS (1969); WIENZEK (1973)

⁺⁾ Die meisten Autoren erfaßten mehrere Merkmale gleichzeitig, sie wurden jedoch nur unter einem Merkmal aufgeführt

Aus der Tabelle ist zu erkennen, daß in den meisten Untersuchungen der Futterverzehr oder auch Futterverbrauch ermittelt wurde. Für die Messung des Futterverbrauchs bestehen mehrere Möglichkeiten. In der Regel wird die Futteraufnahme beim Geflügel für die gesamte Gruppe über einen längeren Zeitraum, das heißt über Tage oder Wochen bestimmt. Der Futterverbrauch pro Tier wird dabei geschätzt. Ziel dabei ist die Erstellung von Wachstumskurven und

die Berechnung der Futtermittelverwertung, was eine wichtige Informationsgrundlage für die Haltung größerer Geflügelbestände darstellt. Hierbei geht aber die Zeitstruktur der Futteraufnahme und somit auch die Information über die circadiane Rhythmik der Futteraufnahme verloren. Auch sind auf diese Weise Aussagen über die Variation in der Futteraufnahme zwischen den einzelnen Tagen und zwischen den Tieren nicht möglich. Um Aussagen über die Größe des Futtermittelverzehr eines individuellen Tieres machen zu können, ist es notwendig den Futtermittelverbrauch pro Tier meßbar zu machen. Bei Enten wurde dies bei Versuchen von KLEMM (1986), KLEMM et al. (1994) und HEIßENBERG (2000) gezeigt, bei denen die Selektion auf Futtermittelverwertung im Vordergrund stand. Dazu wurden 200-600 Enten in Einzelkäfigen gehalten. Gemessen wurde der Futtermittelverbrauch hierbei einmal pro Woche. Diese Methoden lassen aber weder Aussagen zu, wie eine tägliche Futteraufnahme pro Tier aussieht, noch wie das Futteraufnahmeverhalten ist. Des Weiteren ist eine Haltung von Enten in Einzelkäfigen sehr untypisch.

Zur Erfassung des Futteraufnahmeverhaltens sind spezielle Methoden notwendig. SIEGEL et al. (1962) beschrieben eine Meßmethode mit Lichtschranken und Photozellen für die Erfassung der Freßaktivität. Im Versuch hatten sie dazu 24 Tiere aus zwei verschiedenen Broilerherkünften, bei denen die Anzahl der Besuche am Futtertrog gezählt wurde. Der Erfassungszeitraum reichte von der 4. bis zur 8. Lebenswoche. Die Aktivitäten am Futtertrog wurden täglich während der Beleuchtungszeit (4.00-20.00 Uhr) in Intervallen von vier Stunden aufgezeichnet. Außerdem wurde einmal wöchentlich der Futtermittelverbrauch für die Vier-Stunden-Intervalle gemessen. DUNCAN et al. (1970) untersuchten das Freßverhalten von 8 Legehennen (Brown Leghorn) in einer Skinner Box. Im Versuch waren 5 Junghennen im Alter von 10-16 Wochen sowie 3 adulte Tiere. Um bei den adulten Tieren den Einfluß der Eibildung und Eiblage auf die Futteraufnahme auszuschalten, wurde bei zwei der ausgewachsenen Tiere die Eiproduktion durch Applikation von Progesteron gestoppt. Das dritte hatte die Eiproduktion von selbst eingestellt. Die Tiere waren darauf konditioniert, zwischen 4 und 10 mal auf eine Scheibe zu picken, um Zugang zum pelletierten Futter zu erhalten. Der Zugang zum Futter war dabei auf Zeiträume von 10 s bis 2 s limitiert. Eine Erfassung des Futtermittelverbrauchs wurde in dieser Arbeit nicht durchgeführt. Statt dessen wurde für die Futteraufnahme angenommen, daß diese sich proportional zur Anzahl der Pickserien auf die Scheibe ändert. CLIFTON (1979) untersuchte zeitliche Muster der Futteraufnahme an 50 Hähnen. Die Futteraufnahme eines Tieres wurde dabei unter Verwendung von Photozellen erfaßt. In einem 10 s-Raster wurde mit einer ja-nein-Abfrage überprüft, ob ein Tier am Fressen war. Als Parameter des Futteraufnahmeverhaltens wurde die Dauer der Mahlzeiten sowie die Dauer der Pausen aufgezeichnet.

SAVORY (1980) verwendete Futtertröge auf federgelagerten Metallplatten in Verbindung mit Linienschreibern, um das Freßverhalten von Wachteln zu analysieren. In diesem Falle wurde aber nur die Aktivität im Futter von den Linienschreibern aufgezeichnet. Die Erfassung des Futterverbrauchs erfolgte, indem das am Versuchsanfang gewogene Futter nach der viertägigen Versuchsphase rückgewogen wurde. Die Tiere waren in drei Futtergruppen aufgeteilt. Untersucht wurden dabei ein übliches Futter in Mehlform, ein pelletiertes Futter und ein über eine Zugabe von 40 % Zellulose in seiner Nährstoffdichte verdünntes Futter. Pro Versuchsgruppe wurden je 10 adulte Hähne getestet. Während des Versuchs konnten jeweils zwei Tiere zur gleichen Zeit in den Einzelkäfigen untersucht werden. Erfasst wurden die Merkmale Futterverbrauch und Freßzeit pro Tag, sowie Mahlzeiten- und Pausendauer.

HUON et al. (1986) untersuchten den Einfluß des Designs von Futtertrögen und die Troglänge auf das Freßverhalten von Legehennen. Im Versuch wurden bei insgesamt 40 Tieren die Anzahl und Dauer der Freßbouts auf individueller Ebene sowie die Gesamtzeit des Fressens und der Futterverbrauch auf Gruppenebene während einer halbstündigen Erfassungszeit beobachtet. Vor dem Fressen wurden die Tiere für 6 Stunden genüchert. Angaben zur Anzahl von Versuchstagen wurden nicht gemacht. Unter Praxisbedingungen untersuchten MURPHY und PRESTON (1988a) das Freß- und Trinkverhalten von Broilern. In einem Stall mit 18.200 Broilern untersuchten sie verschiedene Futterhöhen in den Freßtrögen. Sie erfaßten dazu mit Stoppuhren an jedem dritten Tag, zwischen dem 16. und 43. Lebenstag (insgesamt 10 Beobachtungstage), in einem Zeitbereich von 9.15 Uhr und 14.30 Uhr, jeweils 40 Besuche mit Futteraufnahme zufällig ausgesuchter Tiere. Als Parameter des Futteraufnahmeverhaltens erfaßten sie die Dauer des Aufenthaltes an den Freßtrögen. Des weiteren erstellten MURPHY und PRESTON (1988b) unter nahezu den gleichen Bedingungen ein Zeit-Budget bei Broilern. Dazu untersuchten sie zwischen den Lebenstagen 27 und 50 (an 11 anscheinend zufällig ausgewählten Tagen) insgesamt 19 Tiere. Die Beobachtung lag in einem Zeitbereich von 9.50 Uhr und 16.30 Uhr und hatte die Dauer von 1 Stunde. In dieser Zeit wurden 1 bis 3 Tiere beobachtet, die unter dem Gesichtspunkt ausgewählt worden waren, daß sich das Gefieder genügend von dem, anderer Tiere unterschied, und daß es sich in einem maximalen Abstand von 5 m zum Beobachter befand. VAN ROJEN (1991) untersuchte Freßverhalten bei ad libitum Fütterung und nach einem Futterentzug von 23,5 h als indirekte Messung der Futteraufnahme bei Legehennen. Dazu beobachtete er in einer Anlage mit Einzelkäfigen das Freßverhalten von 10 Legehennen der Herkunft Weiße Leghorn, im Alter von 8 Monaten mit Videorecordern. Er zeichnete dazu das Freßverhalten der Tiere an zwei Tagen für einen Zeitraum von jeweils 30 min auf. Die Daten wurden nach dem Parameter „Kopf im Trog“ ausgewertet. Die

Freßzeit wurde anhand der auf den Videobändern mit aufgezeichneten Uhrzeit ermittelt. Der Futterverbrauch wurde durch Wiegen des Futters vor und nach der halbstündigen Untersuchungen bestimmt. Zusätzlich war bei einem zufällig ausgewählten Tier der Futtertrog auf einer Waage plaziert, wodurch der Futterverbrauch pro Phase „Kopf im Trog“ gemessen werden konnte. Festgestellt wurde dabei, daß die Verzehrintensität (mittlere Futteraufnahme pro Sekunde während der Phasen „Kopf im Trog“) nach dem Futterentzug stark anstieg, wogegen die Dauer der Phasen „Kopf im Trog“ und die Anzahl der Futterpickschläge pro Phase „Kopf im Trog“ gleich blieben. HOCKING et al. (1997) verglichen das Futteraufnahmeverhalten von männlichen Tieren einer Legelinie (Weiße Leghorn) und einer Broiler Vater-Linie im Alter von 11 bis 12 Wochen. Dabei untersuchten sie insgesamt 12 Tiere an 4 verschiedenen Tagen für jeweils 2 Stunden am Vormittag und 2 Stunden am Nachmittag. Die Tiere wurden dazu bei einer Beleuchtungsdauer von 14 h in Einzelkäfigen gehalten. Für die quantitative Erfassung der Futteraufnahme wurde den Tieren vor den 2-stündigen Beobachtungen ein Futtertrog mit einer definierten Menge an mehlartigem Futter gegeben. Dieser wurde nach 105 Minuten wieder entfernt und das unverzehrt gebliebene Futter rückgewogen. Als Freßparameter wurden die aufgenommene Futtermenge während der Beobachtungsphasen sowie die Verzehrintensität, die anhand von scan sampling Daten mit einem Raster von 5 min für das jeweilige Tier geschätzt wurde, für beide Gruppen dargestellt. Das Freßverhalten brütender Strauße beschreiben ROSS und DEEMING (1998). Sie erfaßten hierzu visuell die Anzahl und Dauer von Freßbouts direkt nach der Fütterung in 4 Perioden mit einer Dauer von 15 min pro Tier, an 9 männlichen und 12 weiblichen Tieren.

Mit diesen Methoden war es nicht möglich, die Futtermenge einzelner Verzehrphasen zu bestimmen. Um dies tun zu können, ist die Verwendung von Waagen notwendig. So machten JENSEN et al. (1962) Beobachtungen zu Verzehrmustern und der Geschwindigkeit der Futterpassage bei Puten und Hühnern bei Fütterung von Pellet- und Mehlfutter. Untersucht wurden dabei 8 Puten (Broad Breasted Bronze) und 8 Hühner (New Hampshire) für 2 Perioden von jeweils 12 Stunden. Die Puten hatten an den Versuchstagen ein Alter von 38 und 45 Tagen, die Hühner waren 21 und 28 Tage alt. Die Futteraufnahme wurde erfaßt, indem mit einer Stoppuhr der Aufenthalt am Futtertrog gemessen wurde. Der Futterverbrauch wurde durch Wiegen des Futters nach jeder Mahlzeit eines Tieres festgestellt. Die Tiere hatten ein Lichtregime von 12 h Helligkeit zu 12 h Dunkelheit. Futter erhielten die Tiere nur während der Lichtphase. Als Parameter der Futteraufnahme erfaßten sie die Anzahl Mahlzeiten, den Futterverbrauch und die Dauer des Fressens pro Tag sowie Dauer und Menge pro Mahlzeit.

PURBA-SIDADOLOG (1987) untersuchte die tägliche Futteraufnahme-Rhythmik von Legehennen in Abhängigkeit von Herkunft, Beleuchtung und Fütterung. Er verwendete dazu je 320 Tiere einer leichten (Lohmann-LSL) sowie einer mittelschweren (Tetra braun) Herkunft. Der Versuchszeitraum erstreckte sich über 2 Jahre. Die Erfassung der Futteraufnahme erfolgte pro Beobachtungstag an einem Gruppenkäfig, der mit 4 Hennen besetzt war. Dazu wurde der Futtertrog mehrmals täglich entfernt, und der Futterverbrauch über Rückwaage bestimmt. Die Erfassung erfolgte in einem Abstand von 1-4 Wochen. In der Untersuchung wurden die Einflüsse von Futtermischungen mit einem hohen und einem geringen Energiegehalt sowie eine zeitlich restriktive Fütterung und des weiteren Lichtprogramme, von 8-16 Stunden Beleuchtungsdauer täglich, getestet. MASIC et al. (1974) verglichen Unterschiede im Freßverhalten von Broilern mit dem von Legetypen. Sie hielten dazu jeweils 10 Hähne im Alter von 9-13 Wochen in Einzelkäfigen bei einer Beleuchtungsdauer von 14 h. Der Verbrauch des pelletierten Futters wurde unter Verwendung geeichter Wiegestäbe erfaßt. Diese Technik ermöglichte es, individuelle Pickschläge zu erfassen sowie auch Gewichtsveränderungen im Futtertrog zu bestimmen. Der Erfassungszeitraum betrug 5 Tage pro Tier, von denen die 3 mittleren Tage für die statistische Auswertung herangezogen wurden. Als Parameter des Freßverhaltens erfaßten sie Anzahl Mahlzeiten, Futterverbrauch und Freßzeit pro Tag sowie Dauer, Größe und Freßgeschwindigkeit einer Mahlzeit.

Eine andere Möglichkeit der Aufzeichnung der Futteraufnahme, war die automatische Aufzeichnung von Trogbewegungen über Linienschreiber, wie sie von FUJITA (1972) vorgestellt wurde. Bei dieser Technik standen die Futtertröge auf Waagen. Gewichtsveränderungen im Futtertrog wurden mit Hilfe von Potentiometern in Stromänderungen umgewandelt und an einen Linienschreiber weitergeleitet. Bei der Entnahme von Futter vergrößerte sich dann der Abstand zur Basislinie des Linienschreibers. Der Futterverbrauch konnte dann mit einem Lineal anhand der Abstände gemessen werden. Die Dauer der Freßaktivitäten konnten anhand der Geschwindigkeit des Papiervorschubs des Linienschreibers bestimmt werden. FUJITA (1973) beschrieb den Effekt unterschiedlicher Beleuchtungsdauern auf die diurnale Freßaktivität bei 4 Legehennen der Herkunft Comb White Leghorn. Für die 5 unterschiedlichen Lichtregime wurden jeweils Beobachtungen von 5-8 Tagen durchgeführt. BARBATO et al. (1980) verwendeten diese Technik zur Untersuchung des Freßverhaltens an 4 Hühnerpopulationen. Die Untersuchungen erfolgten in 4 Einzelkäfigen mit insgesamt 20 Tieren. In der Untersuchung wurden für das Futteraufnahmeverhalten die Parameter Anzahl, Größe und Dauer der Mahlzeiten sowie Futteraufnahme und Freßaktivität pro Tag gemessen. Die untersuchten

Tage für das Futteraufnahmeverhalten waren die Lebenstage 20-21, 49-50 sowie 70-71. SAVORY (1989) nutzte Skinner Boxen zur Untersuchung an 8 Legehennen (Weiße Leghorn) im Alter von 28-41 Lebenswochen. Die Tiere mußten zwischen 1 und 160 mal gegen eine Scheibe picken, um Zugang zum Futtertrog zu erhalten. Die Tiere durften dann uneingeschränkt Futter zu sich nehmen. Der Zugang zum Futter wurde wieder geschlossen, wenn für 100 s keine Freßaktivität (mit einer Lichtschranke) mehr festgestellt wurde. Untersucht wurden vom Autor die Anzahl Mahlzeiten pro Tag sowie Geschwindigkeit, Dauer und Größe einzelner Mahlzeiten und weiter die Pausenlänge zwischen den Mahlzeiten, in Abhängigkeit des „Aufwandes“, d. h. der benötigten Anzahl an Pickschlägen gegen die Scheibe zum Öffnen des Zugangs zum Futtertrog. Ziel der Arbeit war es, das Auftreten zufälliger Mahlzeiten zu reduzieren. Bei Enten nutzte REITER (1990) Waagen in Verbindung mit Linienschreibern zur Erfassung des Futteraufnahmeverhaltens. Er untersuchte adulte amerikanische Pekingenten im Alter von 15-20 Lebenswochen in 6 Einzelkäfigen. Aus den Aufzeichnungen über jeweils 5 Tage konnte er die Feinstruktur innerhalb von Mahlzeiten aufzeigen. Weiterhin wurden Unterschiede in der Feinstruktur der Futteraufnahme bei verschiedenen Pelletgrößen und Pelletqualitäten sowie unterschiedlichen Graden von Futterrestriktionen dargestellt. Neben der Zeitstruktur wurde auch mittels Filmaufnahmen die Raumstruktur beim Fressen erfaßt. Bei einem ähnlichen Versuchsaufbau mit juvenilen Tieren verwendete REITER (1993a) diese Methode, um das Design von Trögen und Tränken zu optimieren und den Einfluß der Entfernung von Futter zu Wasser sowie der Futterform auf die Feinstruktur von Mahlzeiten zu untersuchen. REITER und LAUBE (1994) zeigten Unterschiede im Futteraufnahmeverhalten in Abhängigkeit der Entfernung zwischen Futter und Wasser sowie der Futterform pelletiert und feuchtkrümelig.

Eine andere Methode zur automatischen Erfassung der Futteraufnahme ist die Erfassung des Futterverbrauchs über Personal Computer und elektronische Waagen. Bei dieser Technik sind die Futtertröge mit den Waagen verbunden. Die Gewichtsveränderungen werden an einen PC weitergeleitet und analysiert. Unter Verwendung dieser Technik wurden bei einzeln gehaltenen Tieren Versuche zum individuellen Freß- und Trinkverhalten bei Enten (REITER, 1992, 1993b; REITER und BESSEI, 1999), sowie bei Legehennen (REITER und BESSEI, 2000) dargestellt. YO et al. (1997) beschrieben einen Versuch, bei dem neue Techniken der Erfassung des Futterpickens bei jungen Hühnern dargestellt werden. Sie untersuchten dazu Unterschiede in der Futteraufnahme bei 4 Gruppen mit jeweils 4 Tieren. Als Behandlung wurde eine komplette Futtermischung sowie eine gesplittete Futtermischung (ganze Weizenkörner + Ergän-

ungsfutter) verabreicht. An den Lebenstagen 16 und 17 wurde morgens von 6.00 bis 7.00 Uhr sowie abends von 18.00 bis 19.00 Uhr das Futteraufnahmeverhalten der Gruppe mit elektronischen Waagen von einem PC aufgezeichnet. Die dargestellten Parameter für die Gruppen waren die Freßzeit und der Futterverbrauch sowie die Verzehrsgeschwindigkeit und die Anzahl von Unterbrechungen in der Freßaktivität pro Minute.

Mit der Erfassung über PC und elektronische Waagen kann in Verbindung mit der Transpondertechnik auch der individuelle Futterverbrauch von Tieren in der Gruppe bestimmt werden. Diese Systeme sind aber bisher eher aus dem Rinder- und Schweinebereich bekannt. Im Geflügelbereich sind aber bisher solche Anlagen nicht praxisüblich. Untersuchungen bei Geflügel existieren nur in versuchsmäßig entwickelten Freßständen. PICARD et al. (1992) verwendeten dazu eine Anlage mit 8 Käfigen, die alle mit einer elektronischen Waage und einem System aus Antenne und Decoder ausgestattet waren, das eine Auslesung der Transponder ermöglichte. Der Versuch wurde mit 8 Broilern im Alter von 3 Wochen durchgeführt. Die Futteraufnahme wurde in 3 Perioden zu je 24 Stunden erfaßt. Dabei waren die Tiere am ersten Versuchstag alleine in den Käfigen und hatten visuellen Kontakt zu den anderen Broilern. Am zweiten Versuchstag wurde den Tieren der Blickkontakt durch Holzabtrennungen versperrt. Am dritten Versuchstag wurden die Tiere dann nach einer Eingewöhnungszeit von 3 Tagen in 2 Gruppen mit je 4 Tieren für 24 h in ihrem Futteraufnahmeverhalten gemessen. Dabei wurden die Parameter Anzahl, Größe und Dauer von Freßbouts und Mahlzeiten, die Pause zwischen zwei Freßbouts sowie die durchschnittliche Verzehrintensität, Futteraufnahme und Freßaktivität pro Tag beschrieben. BRÄNNÄS et al. (2001) berichten von einem Versuch, bei dem das Futteraufnahmeverhalten von Legehennen in der Gruppe gemessen wurde. Sie testeten dabei an 3 braunen Legehennen in einem Kinderspielhaus die Funktionsfähigkeit ihrer Anlage über einen Zeitraum von 6 Wochen. Sie benutzten dabei einen Freßplatz mit einem Transpondersystem, das sie schon bei Fischen getestet hatten (BRÄNNÄS und ALANÄRÄ, 1993). Ziel dieser Arbeit war aber in erster Linie, die Wirksamkeit einer Transponderfütterung zu testen und nicht, die Futteraufnahme pro Henne zu evaluieren. Daher sind die dargestellten Werte der Futteraufnahme durch die unkontrollierte Zufütterung nur schwer vergleichbar. Weiter wird die Genauigkeit der dargestellten Ergebnisse als noch verbesserungsfähig beschrieben. Dies geht auch aus den dargestellten Mittelwerten der Futteraufnahme von 0,24–0,43 g bei einer Genauigkeit der Waage von 0,1 g hervor. Eine Lösung des Problems sehen die Autoren in der Verwendung von Waagen mit einer Genauigkeit von 0,01 g.

2.1.2 Mahlzeiten und Pausen

Der strukturelle Aufbau von Mahlzeiten wurde von REITER (1990) bei Enten dargestellt. Eine Mahlzeit (s. Abb. 1) besteht demnach aus mehreren Phasen. So erfolgt die Futteraufnahme in Pickszenen, von denen mehrere eine Pickserie ergeben, die durch Pausen begrenzt werden. Es wurden in den Untersuchungen drei verschiedene Arten von Pausen beschrieben. So gab es Unterbrechungen in der Futteraufnahme durch Pausen erster Ordnung, die in erster Linie durch das Abschlucken von Futter entstanden und eine Dauer von bis zu 4 s hatten. Pickserien, die nur durch Pausen erster Ordnung unterbrochen wurden, bezeichnete der Autor als Freßphasen. Längere Pausen zwischen Pickserien wurden als Pausen zweiter Ordnung bezeichnet und bedeuten eine Trennung zwischen Freßphasen. Diese entstanden hauptsächlich durch einen Wechsel zur Tränke. Die Zeit der Freßphasen und Pausen der zweiten Ordnung bildeten zusammen eine Mahlzeit.

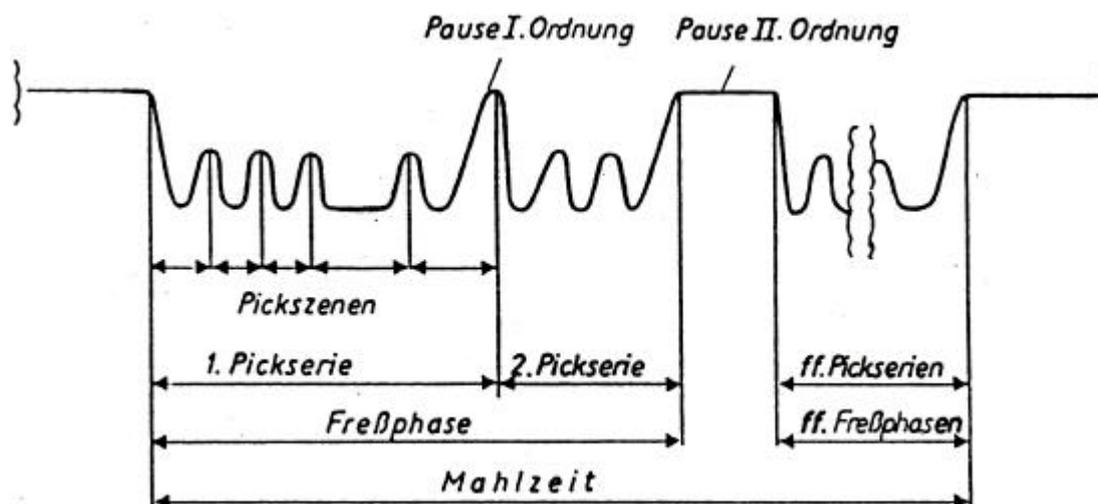


Abb. 1: Schematische Darstellung der Struktur von Mahlzeiten bei Enten (REITER, 1990)

Eine ähnliche Beschreibung des Aufbaus von Mahlzeiten lieferten SCHREIBER et al. (1978), die in ihrer Untersuchung mit Kaninchen arbeiteten. Allerdings wurden im Gegensatz zu REITER (1990) andere Bezeichnungen der Phasen verwendet. So wurden für die Kaninchen Pickszenen als Bissen bezeichnet, Pickserien als Aufnehmen und Kauen mehrerer Bissen und Freßphasen als Schübe. Eine übereinstimmende Bezeichnung fand sich nur im Begriff Mahlzeit. Dieses Fehlen einer einheitlichen Nomenklatur wird auch in der englischsprachigen Literatur sichtbar. So werden die Begriffe *bout* (z. B. PICARD et al., 1992), *bunch* (DUNCAN et al. 1970) und *meal* (BARBATO et al., 1980) für die Phase verwendet, die von REITER (1990) als Freßphase bezeichnet wurde. Für den Begriff Mahlzeit finden sich die Worte *cluster*, *meal* oder aber auch *bout* (TOLKAMP et al., 1998).

Unabhängig von der Benennung dieser Phasen der Futteraufnahme ist zu sehen, daß zwischen den einzelnen Phasen, Freßpausen unterschiedlicher Dauer liegen. Betrachtet man die Häufigkeitsverteilung der Dauer der Freßpausen genauer, so ist zu erkennen, daß vor allem eine starke Häufung von kurzen Pausen vorliegt. Dies spricht dafür, daß die Futteraufnahme bei Vögeln, wie auch bei den meisten anderen Tierarten in Gruppen, sogenannten bouts und Mahlzeiten, stattfindet (SLATER, 1974). Dies bedeutet, daß innerhalb von Mahlzeiten, einzelne Freßeinheiten (bouts) sehr häufig in kurzen Intervallen aufeinander folgen, während Pausen zwischen Mahlzeiten längere Intervalle zwischen den bouts produzieren (SIBLY et al., 1990). Zwischen den Pausen liegt ein zeitliches Kriterium (engl.: bout criterion interval, bei Untersuchungen zum Freßverhalten auch als Mahlzeitenkriterium bezeichnet), das die Pausen zwischen zwei bouts als Pausen innerhalb oder außerhalb einer Mahlzeit definiert (FAGEN und YOUNG, 1978; SIBLY et al., 1990; STAMER, 1995).

Dieses Kriterium läßt sich anhand von Häufigkeitsverteilungen bestimmen. Eine Möglichkeit ist die Darstellung als Verteilung der absoluten oder relativen Häufigkeiten. Der deutlichste Bruchpunkt im Kurvenverlauf der Verteilung kann dann als Mahlzeitenkriterium abgelesen werden. DUNCAN et al. (1970) nutzten diese Methode bei Versuchen mit Legehennen in einer Skinner Box. Dazu erstellten sie für jedes einzelne Tier Diagramme, bei denen die mittlere Anzahl von Pausen gegen die mittlere Pausendauer aufgetragen wurde. Sie fanden dabei ein Kriterium von zwei Minuten, das Pausen innerhalb einer Mahlzeit von Pausen außerhalb einer Mahlzeit unterscheidet. Auf ähnliche Weise bestimmten SCHREIBER et al. (1978) ein Mahlzeitenkriterium für Kaninchen, sowie FORBES et al. (1986) für laktierende Kühe.

Nach REITER und LAUBE (1994) liegt dieses Mahlzeitenkriterium für Enten bei einer Pausenlänge von 4,9 min. Dieses erhielten die Autoren, indem sie die kumulierte relative Häufigkeit von Pausenlängen erstellten und als Verteilungsgrafik darstellten (s. Abb. 2).

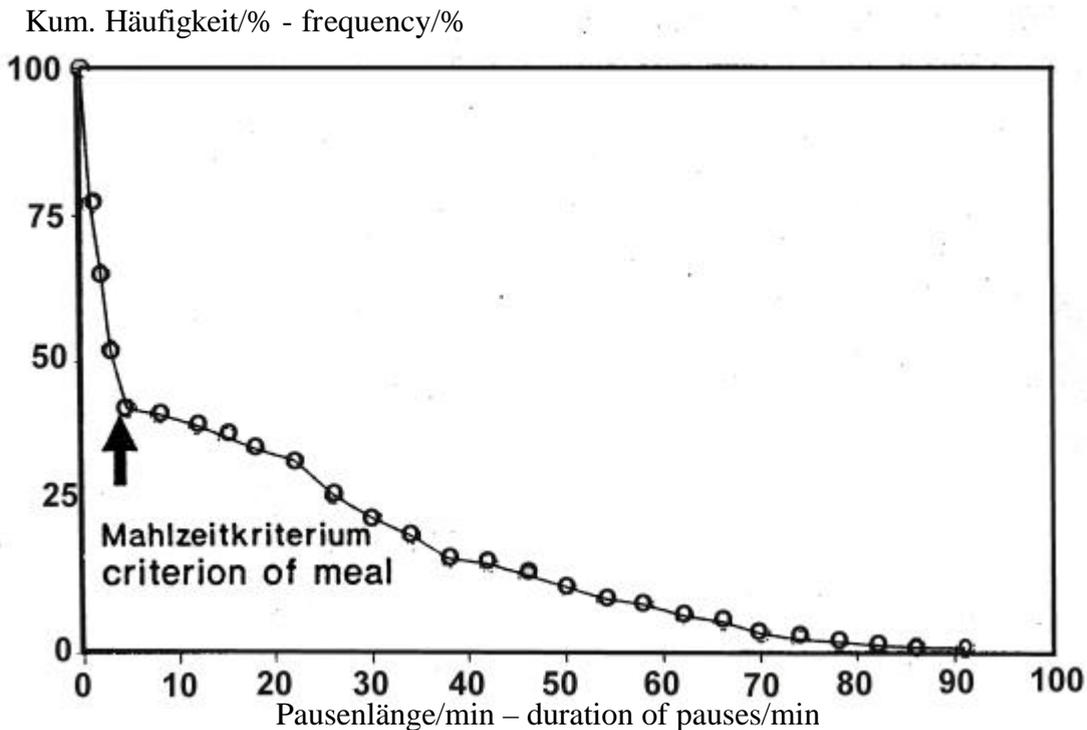


Abb. 2: Verteilung der kumulierten relativen Häufigkeit von Pausenlängen zwischen der Futeraufnahme bei Enten zur Bestimmung eines Mahlzeitenkriteriums (REITER und LAUBE, 1994)

Eine weitere und in der Ethologie recht häufig benutzte Methode ist die sogenannte Log Survivorship Analyse (FAGEN und YOUNG, 1978; SLATER und LESTER, 1982). Dabei wird die kumulierte Häufigkeit von Pausenlängen (y-Achse, logarithmische Darstellung) gegen die Dauer der Pausen aufgetragen (x-Achse, lineare Darstellung) (s. Abb. 3). Die Kumulierung startet dabei bei der längsten Pause (SIBLY et al., 1990). Würden Freßbouts zeitlich zufällig auftreten, würden die Intervalle in einem solchen Diagramm einer negativen exponentialen Verteilung folgen, welche als Gerade mit einer negativen Steigung zu erkennen wäre. Treten Freßbouts dagegen in Mahlzeiten auf, entsteht ein konkaver Kurvenverlauf mit einer deutlichen Trennung in der Kurvenneigung. Dabei verkörpert der steile Teil der Kurve die Pausen innerhalb einer Mahlzeit und der flache Teil der Kurve die Pausen zwischen zwei Mahlzeiten (BERDOY, 1993). Zugrunde liegen dabei zwei negative Exponentialverteilungen, die sich als Gerade darstellen und deren Schnittpunkt als Mahlzeitenkriterium angesehen werden kann, das die Pausen innerhalb und außerhalb einer Mahlzeit voneinander trennt (NELSON, 1964; SLATER, 1974).

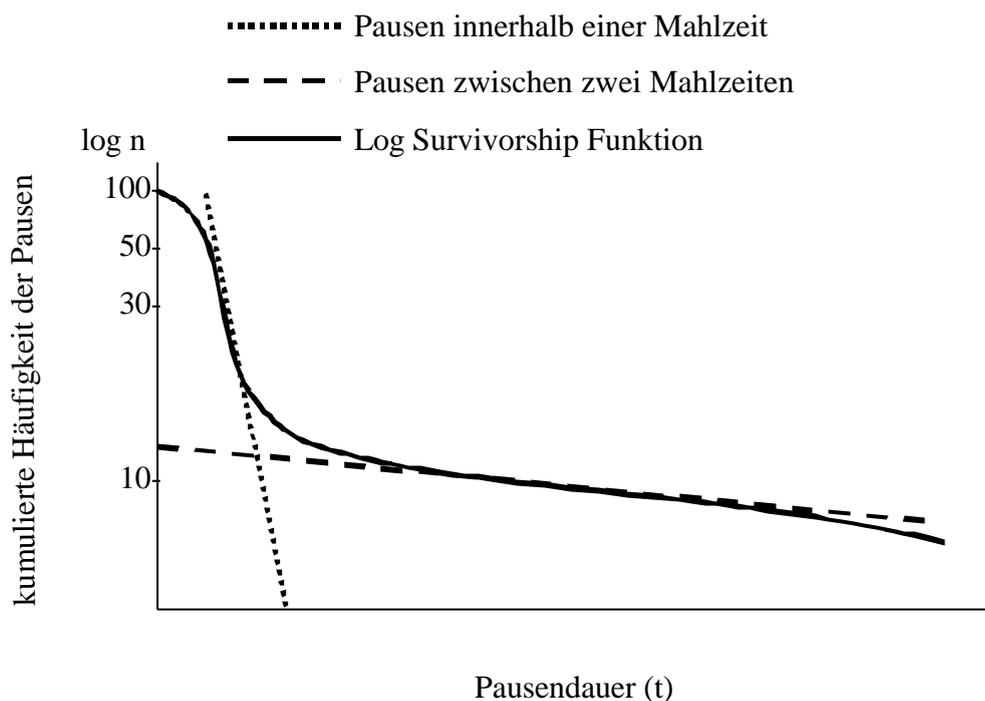


Abb. 3: Schematische Darstellung einer Log Survivorship Funktion

Die einfachste Variante der Bestimmung des Mahlzeitenkriteriums ist die visuelle (s. Abb. 4). Dazu wird der deutlichste Bruchpunkt in der Log Survivorship Funktion per Auge bestimmt. Unter Verwendung dieser Technik bestimmten PICARD et al. (1992) individuell für Broiler im Alter von 3 Wochen Mahlzeitenkriterien, welche zwischen 30 und 110 Sekunden variierten. Bei Wachteln bestimmte SAVORY (1980) auf diese Weise ein Kriterium von 36 s (0,6 min). CLIFTON (1979) fand bei 50 untersuchten Hühnern Kriterien von 40-70 s, SLATER (1974) fand bei Zebrafinken Kriterien von 20-80 s.

Auch wurden so bei Säugetieren Untersuchungen zur Bestimmung von Mahlzeitenkriterien unter Verwendung von Log Survivorship Funktionen gemacht. So wurden Mahlzeitenkriterien für Rinder von 20 min (METZ, 1975; FRANCKE, 1990), von 8 min (FORBES et al., 1986), sowie von 7,5 min (DADO und ALLEN, 1993) bestimmt. Des weiteren gibt es Untersuchungen zu Mäusen von WIEPKEMA (1968) und zu Pferden von MAYES und DUNCAN (1986). In der Realität ist aber oftmals ein visuelles Bestimmen des Bruchpunktes und somit die Trennung der beiden unterliegenden linearen Exponentialfunktionen nicht ganz klar, da meist ein konkaver Kurvenverlauf vorliegt. Dieser resultiert aus Überlagerungen der beiden negativen Exponentialverteilungen, was eine Fehleinstufung von Pausen zur Folge hat (WIEPKEMA, 1968; SLATER, 1974; FAGEN und YOUNG, 1978; SLATER und LESTER, 1982; SIBLY et al. 1990). So befinden sich Pausen, die durch einen Motivationsprozeß eigentlich als kurze Pausen zwischen zwei Mahlzeiten erzeugt wurden, aufgrund ihrer Pausendauer unterhalb des

Mahlzeitenkriteriums und somit in der Gruppe der Pausen innerhalb einer Mahlzeit. Im umgekehrten Falle befinden sich so aber auch Pausen, die von der Motivation her innerhalb einer Mahlzeit liegen, in der Gruppe der Pausen zwischen zwei Mahlzeiten. Um diesen Fehler zu minimieren ziehen FAGEN und YOUNG (1978) der visuellen Bestimmung eine Schätzung des Schnittpunktes der beiden Geraden mit der folgenden Formel vor (in SLATER und LESTER, 1982):

$$N_w e^{-\lambda_w t} = N_b e^{-\lambda_b t} \quad (1)$$

Dabei sind N_w und λ_w die Anzahl der Pausen innerhalb einer Mahlzeit (within-bout) sowie die Beendigungswahrscheinlichkeit von Pausen innerhalb einer Mahlzeit und N_b und λ_b das gleiche für die Pausen zwischen zwei Mahlzeiten (between-bout). t ist dabei das Mahlzeitenkriterium und durch folgende Formel gegeben:

$$t = \frac{1}{\lambda_w - \lambda_b} \log_e \frac{N_w}{N_b} \quad (2)$$

Dieser Punkt (t) stellt den genauesten Zeitpunkt für die Schätzung des Mahlzeitenkriteriums dar (s. Abb. 4). Dennoch kommt es weiterhin zu Fehleinstufungen von Mahlzeiten, wovon mehr Pausen innerhalb von Mahlzeiten betroffen sind, da diese zeitlich kürzer sind (SLATER und LESTER, 1982). Als Möglichkeit, die Anzahl der Fehleinstufungen zu verringern, berechneten die Autoren ein zweites zeitliches Kriterium nach folgender Formel:

$$t = \frac{1}{\lambda_w - \lambda_b} \log_e \frac{N_w \lambda_w}{N_b \lambda_b} \quad (3)$$

Dieses ist zeitlich nicht so genau (s. Abb. 4), reduziert aber die Zahl falsch kategorisierter Mahlzeiten, da es in einem Bereich liegt, in dem weniger Pausen auftreten.

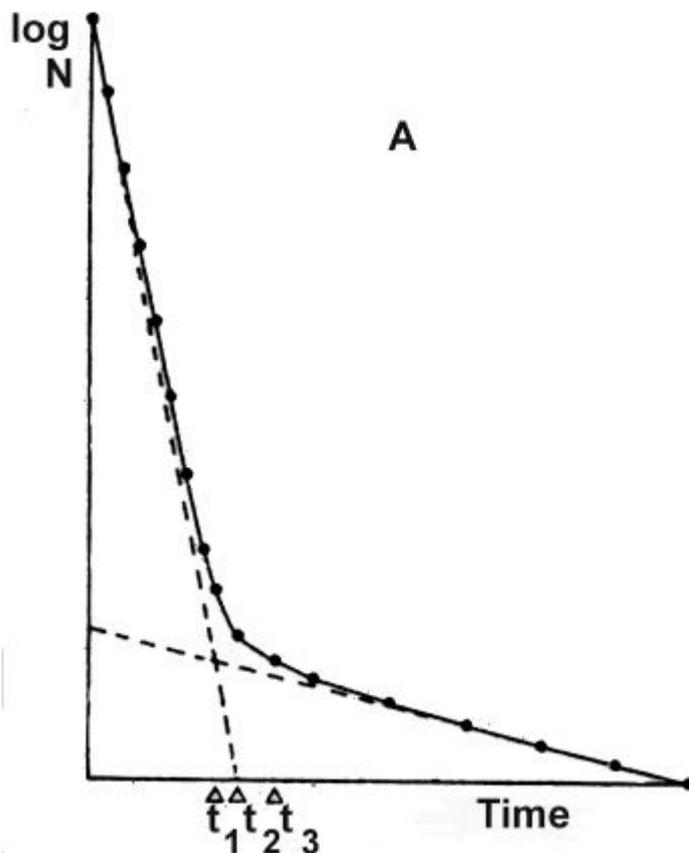


Abb. 4: Beispiel einer Log Survivorship Funktion. t_1 stellt das nach Gleichung (2) berechnete, t_2 das visuell bestimmte und t_3 das nach Gleichung (3) berechnete Mahlzeitenkriterium dar. (SLATER und LESTER, 1982)

SIBLY et al. (1990) und BERDOY (1993) sahen in der Darstellung der Daten in Form logarithmierter Häufigkeitsverteilungen (Log Frequency Funktionen) Vorteile gegenüber den Log Survivorship Funktionen. Dabei wird die absolute und nicht die kumulierte Häufigkeit logarithmisch dargestellt. Den Vorteil sahen die Autoren in der Unabhängigkeit der Datenpunkte voneinander, so daß mit Statistiksoftware gearbeitet werden kann, die Anpassungsprozeduren für nicht lineare Kurven als Routine erstellen. STAMER (1995) sowie STAMER et al. (1997) griffen die Technik der Log Frequency auf und erstellten unter Verwendung der Formeln (2) und (3) iterativ zwei Mahlzeitenkriterien bei Milchkühen. DE HAER und MERKS (1992) beschrieben die iterative Bestimmung eines Mahlzeitenkriteriums für Schweine. Im Gegensatz zu STAMER (1995) verwendeten sie dazu aber Log Survivorship Funktionen. Die Bestimmung des Mahlzeitenkriteriums wurde dabei unter Verwendung eines Polynoms ersten Grades und eines Polynoms dritten Grades erstellt.

MACHLIS (1977) vermutete bei Untersuchungen zum Pickverhalten von Küken mehr als nur zwei Prozesse, die dem Pickverhalten unterliegen (s. Abb. 5).

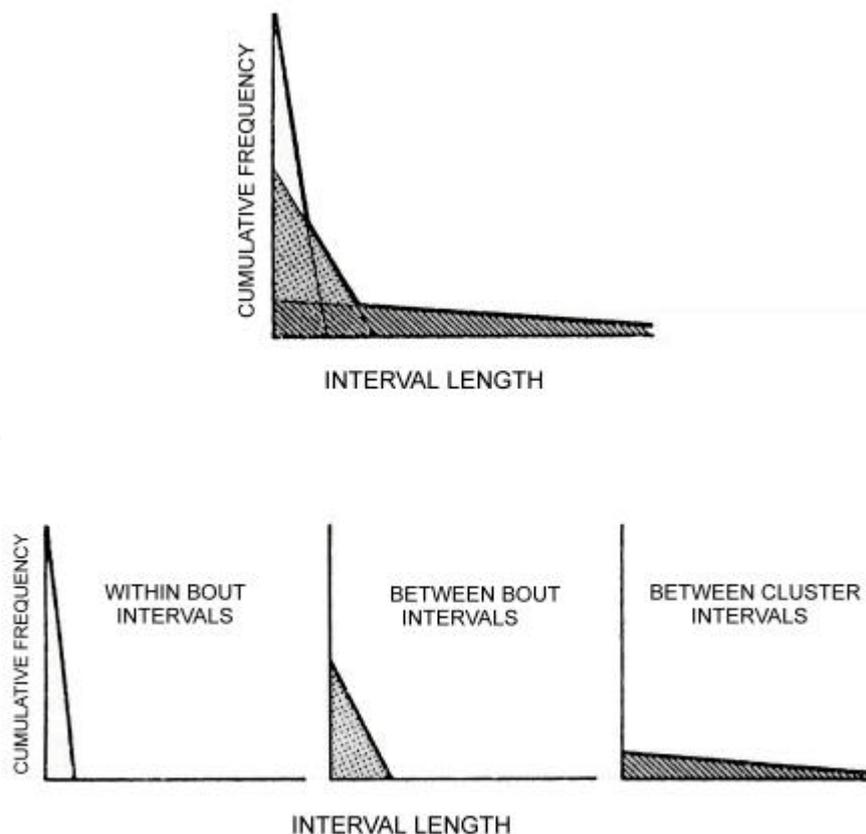


Abb. 5: Schematische Darstellung der, einer Log Survivorship Funktion unterliegenden Prozesse within bout intervals, between bout intervals und between cluster intervals (MACHLIS, 1977)

So teilte die Autorin die Verhaltensweisen in die Gruppen Within Bout Intervalle, Between Bout Intervalle sowie Between Cluster Intervalle (auf Futteraufnahme übertragen bedeuten bouts = Mahlzeiten). BERDOY (1993) griff diese Vermutung auf, daß Mahlzeiten selbst auch in einer Boutstruktur vorliegen, und erstellte ein Drei-Prozeß-Modell. Dabei gibt es einen schnellen Prozeß (fast), mit Pausen innerhalb von bouts, einen langsamen Prozeß (slow), der bouts erzeugt, aber innerhalb von Mahlzeiten liegt, und einen sehr langsamen Prozeß (very slow), der Mahlzeiten erzeugt. Die Log Frequency Funktion lautet dabei:

$$\text{Log}_e y = \log_e (N_f \lambda_f e^{-\lambda_f t} + N_s \lambda_s e^{-\lambda_s t} + N_{vs} \lambda_{vs} e^{-\lambda_{vs} t}) \quad (4)$$

(fast) (slow) (very slow)

Dabei sind N_f , N_s , N_{vs} und λ_f , λ_s , λ_{vs} die Anzahl der Pausen innerhalb eines Prozesses und die Beendigungswahrscheinlichkeit der Pause und t ist die Pausendauer.

ROOK und HUCKLE (1997) erzielten bei Kühen unter Verwendung der Methoden von SIBLY et al. (1990) und BERDOY (1993) keine zufriedenstellenden Ergebnisse und erstellten daraufhin in Anlehnung an FORBES et al. (1986) ein Mahlzeitenkriterium unter Verwendung der absoluten Häufigkeiten.

Eine andere Betrachtungsweise entwickelten TOLKAMP et al. (1998). Diese bezweifelten die Theorie, daß dem Freßverhalten zwei oder drei Prozesse unterliegen, die sich als negative Exponentialverteilungen darstellen lassen. Die Erstellung der Geraden ergab sich, nach Meinung der Autoren, aus der Wahl der Klassenbreite, in der die Daten dargestellt wurden, sowie der Wahl der maximalen Pausendauer, bis zu der die Log Survivorship oder Log Frequency Funktionen dargestellt wurden. Daher wählten die Autoren die Darstellung der absoluten Häufigkeiten für alle gemessenen Pausendauern. Anhand der Verteilung der Pausen vermuteten sie zwei unterliegende Prozesse, die schiefen Normalverteilungen folgen. Für die Normalisierung testeten sie sowohl das Quadrieren als auch das Logarithmieren der Pausendauern. Das Logarithmieren stellte sich dabei als die bessere Variante heraus, und so erzielten die Autoren eine Verteilung, die sich mit guter Übereinstimmung von 2 normal verteilten Gauß'schen Kurven (s. Abb. 6) beschreiben ließ, deren Schnittpunkt das Mahlzeitenkriterium bildete.

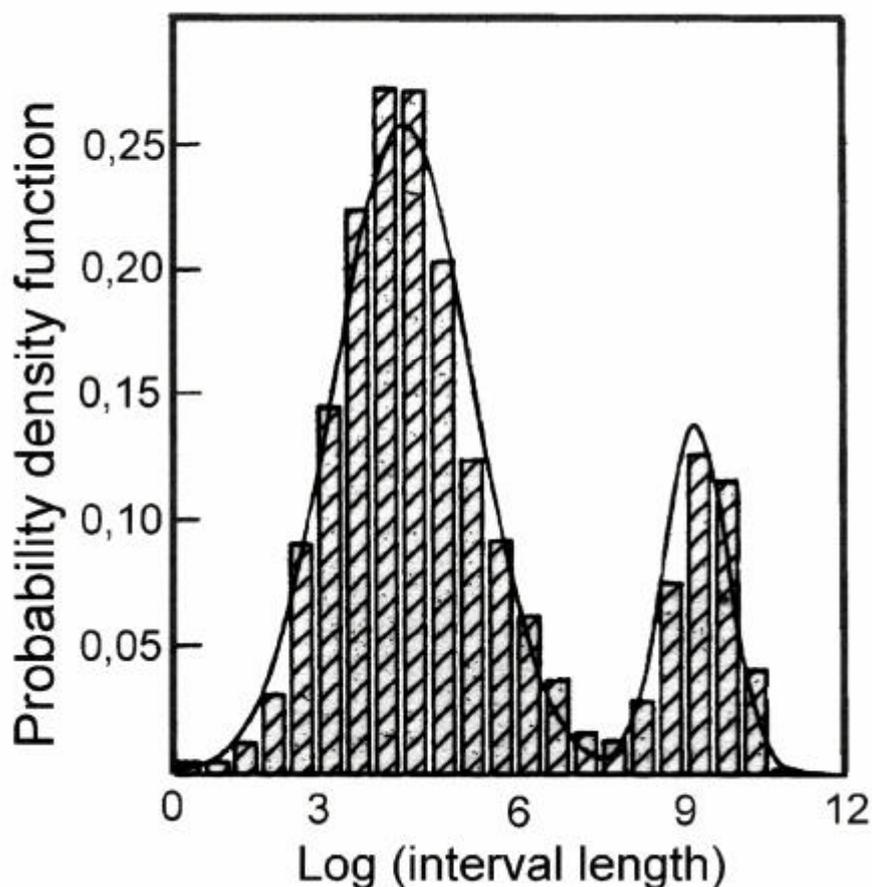


Abb. 6: Dem Fressen unterliegende Prozesse in Form von Normalverteilungen. Normalisiert durch Logarithmieren der Pausendauer (TOLKAMP et al., 1998)

BESSEI (1978) sah in der angeborenen Periodik, wie sie von ASCHOFF und MEYER-LOHMANN (1954) bei Küken beschrieben wurde eine Möglichkeit der Mahlzeitenanalyse, welche die Diskussion um ein Mahlzeitenkriterium seiner Meinung nach überflüssig macht. Als Form der Rhythmusanalyse der Futteraufnahme wählte er die Verwendung von Powerspektren, wie sie von BÖRNERT et al. (1975) dargestellt wurden. Voraussetzung für eine Analyse von Mahlzeiten ist, daß der Wechsel von Pickphasen und Pickpausen durch rhythmische Vorgänge gesteuert wird.

2.2 Schlußfolgerung für die eigenen Untersuchungen

Bisherige Untersuchungen zum Futteraufnahmeverhalten bei Geflügel, sind durch kurze Beobachtungsphasen und eine geringe Anzahl an untersuchten Tieren geprägt. Begründet ist dies durch die bis dato fehlenden technischen Möglichkeiten. Auch stand meist ein Versuchsansatz hinter den Beobachtungen, der es nicht erlaubte, die Tiere in einer Umwelt zu beobachten, die sie sonst üblicherweise vorfinden. So kam es in den meisten Untersuchungen aufgrund von arbeitswirtschaftlichen Bedingungen, wie z. B. Beobachtungspersonal oder durch tierbedingte Einflüsse, wie z. B. Futterstruktur, Lichtregime, Alter etc. oder auch durch technische Begebenheiten, wie z. B. die Isolierung der Tiere in Einzelkäfige, zu Situationen, die für die Tiere nicht üblich sind. Auch finden sich kaum Angaben zu altersabhängigen Entwicklungsprozessen der Futteraufnahme.

Demzufolge wurde für die vorliegende Untersuchung ein Freßstand konzipiert, der es ermöglicht, eine größere Anzahl an Tieren in Gruppenhaltung für einen längeren Versuchszeitraum individuell zu messen. Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es somit, die Tiere in ihrem Futteraufnahmeverhalten unter Bedingungen zu testen, die in der praktischen Geflügelhaltung in solcher oder ähnlicher Weise auftreten. Des weiteren soll auch gezeigt werden, wie unterschiedliche Strukturen aussehen, Futter aufzunehmen, und wie diese sich mit dem Alter der Tiere entwickeln.

Leider konnte die Erfassung des Futteraufnahmeverhaltens vom ersten Lebenstag bis zum Ende der Mastperiode, im Alter von 45-49 Lebenstagen, nicht realisiert werden. Die sehr große Anzahl an Besuchen von jungen Enten im Freßstand, mit sehr geringer Futteraufnahme pro Besuch, ließ den Fehler in der Erfassung zu groß werden, so daß für den frühesten Zeitpunkt der Erfassung Lebenstag 14 gewählt wurde. Somit werden im folgenden zwei Versuche beschrieben, die sich in ihrer Durchführung gering unterschieden.

3 Material und Methoden

3.1 Tiere und Haltung

3.1.1 Versuch 1

Der Versuch 1 fand im März/April 2001 statt und wurde mit 50 männlichen Mastentenhybrid-entenen durchgeführt. Die Tiere wurden in Bodenhaltung auf einer mit Stroh und Hobelspänen eingestreuten 10 m² großen Fläche gehalten. Frisches Stroh und Hobelspäne wurden täglich nachgestreut. Ab der dritten Lebenswoche wurde nach Bedarf gemistet und neu eingestreut.

Bis zum zehnten Lebenstag wurde ein Standard-Starterfutter mit 22 % Rohprotein und 12 MJ Energie gefüttert. Danach wurde bis Versuchsende ein Standard-Mastfutter mit 18 % Rohprotein und 12,2 MJ Energie gegeben. Beide Futtermischungen waren pelletiert und hatten einen Pelletdurchmesser von 3 mm. Das Futter erhielten die Tiere bis zum 13. Lebenstag *ad libitum* aus einem Rundtrog sowie an fünf Einzelfreßplätzen des später näher beschriebenen Freßstandes. Am 13. Lebenstag wurde der Rundtrog entfernt, so daß die Tiere nur noch im Freßstand Futter (*ad libitum*) bekamen. Wasser erhielten die Tiere *ad libitum* aus Nippeltränken mit Auffangschalen. Die Entfernung des Tränkestrangs zum Freßstand betrug ca. 1 m.

Beleuchtet wurde der fensterlose Stall von 4 bis 24 Uhr, was einer Beleuchtungsdauer von 20 Stunden gleichkommt. Während der vierstündigen Dunkelphase sorgte eine Notbeleuchtung für eine Beleuchtungsintensität von unter 1 Lux in Tierhöhe.

Der Untersuchungszeitraum für die Futteraufnahme war vom 14. bis zum 49. Lebenstag. Die in den Ergebnissen dargestellten Mittelwerte pro Lebenswoche, wurden über die folgenden Erfassungszeiträume gebildet:

Lebenswoche 3	14. – 20. Lebenstag
Lebenswoche 4	21. – 27. Lebenstag
Lebenswoche 5	28. – 34. Lebenstag
Lebenswoche 6	35. – 41. Lebenstag
Lebenswoche 7	42. – 49. Lebenstag

3.1.2 Versuch 2

Der Versuch 2 fand im November/Dezember 2001 statt und wurde mit 480 Tieren einer experimentellen Pekingentenlinie durchgeführt. Das Geschlechter-Verhältnis war mit 46 % Enten zu 54 % Erpel nahezu ausgeglichen. Es wurden drei Gruppen gebildet, die aus je 160 zufällig ausgewählten Tieren bestanden. Jeder Gruppe stand eine mit Stroh eingestreute Grundfläche von 32 m² (5,5 x 6 m) zur Verfügung. Somit ergab sich eine Besatzdichte von 5 Tieren/m².

Frisches Stroh wurde täglich nachgestreut. Die drei Gruppen waren nebeneinander aufgestellt und durch ein Kunststoffgitter voneinander getrennt.

Das während des Versuches gegebene Futter (18 % Rohprotein und 12,2 MJ Energie, *ad libitum*) hatte einen Pelletdurchmesser von 5 mm. Wasser erhielten die Tiere *ad libitum* aus Nippeltränken. Die Entfernung zum Freßstand betrug ca. 5 m.

Das Lichtregime war 17 h Beleuchtung und 7 h Dunkelheit pro Tag. Da es sich um einen Stall mit Fenstern handelte, konnte während der Dunkelphase Mondlicht einfallen. Im Durchschnitt lag die Lichtintensität während der Dunkelphase bei unter 1 Lux.

Die Aufzucht der Tiere erfolgte in einem angrenzenden Stall. Am 17. Lebenstag wurden die Tiere in den Versuchsstall umgetrieben und an die Futteranlage gewöhnt.

Der Untersuchungszeitraum für die Futteraufnahme war vom 21. bis zum 45. Lebenstag. Die in den Ergebnissen dargestellten Mittelwerte pro Lebenswoche, wurden über die folgenden Erfassungszeiträume gebildet:

Lebenswoche 4	21. – 27. Lebenstag
Lebenswoche 5	28. – 34. Lebenstag
Lebenswoche 6	35. – 41. Lebenstag
Lebenswoche 7	42. – 45. Lebenstag

3.2 Datenerfassung

3.2.1 Erfassungstechnik

Vor den dargestellten Versuchen wurde über einen Zeitraum von etwa 30 Monaten eine Reihe von Vorversuchen durchgeführt, in denen ein Freßstand für die Erfassung der individuellen Futteraufnahme bei Geflügel entwickelt wurde. Bei diesem Freßstand war jeder Freßplatz über zwei Seitenwände so gestaltet, daß nur ein Tier an den Futtertrog gelangen konnte. Eine Antenne am Freßplatz war mit einem Reader verbunden und diente so zur kontaktlosen Übertragung der Tieridentität (RFID - radio frequency identification). Diese trug jedes Tier in Form eines Transponders am Flügel. Ein Sensor detektierte ein Tier im Freßplatz während der gesamten Anwesenheit. Der Futtertrog war mit einer elektronischen Waage verbunden. Die Ablesbarkeit der Waagen betrug 0,1 g im ersten Versuch und 1,0 g im zweiten Versuch.

Reader, Sensor und Waage waren mit einem Personalcomputer verbunden. Ein für die Anlage entwickeltes Computerprogramm registrierte und verarbeitete alle Dateneingänge, die vom Freßstand übermittelt wurden. Die erfaßten Daten waren:

Transponderidentifikationsnummer

Freßplatznummer

Datum und Uhrzeit des Beginns und des Endes eines Besuchs im Freßstand

aufgenommene Futtermenge

Für Versuch 1 wurden so ca. 50.000 und für Versuch 2 ca. 210.000 einzelne Besuche im Freßstand aufgezeichnet.

Im ersten Versuch standen den Tieren 5, im zweiten Versuch 48 Freßplätze zur Verfügung. Somit ergab sich für beide Versuche ein Tier/Freßplatz-Verhältnis von 1/10.

3.2.2 Erfaßte Merkmale

Folgende Parameter wurden erfaßt bzw. errechnet:

Anzahl Mahlzeiten pro Tag (n): Die Definition des Begriffes Mahlzeit ist für eine Beschreibung der Verhaltensparameter von entscheidender Bedeutung, da sich diese direkt daraus ableiten. In der vorliegenden Untersuchung wurde jeder Besuch eines Tieres an einem Freßplatz, der mit einer Futteraufnahme verbunden war, als Mahlzeit gewertet.

Mahlzeitendauer (s)

Mahlzeitengröße (g)

Verzehrintensität (g/s; g/min)

Freßpausendauer (s; min)

Freßdauer pro Tag (min)

Futtermittverbrauch pro Tag (g)

Lebendgewicht (g), ab Lebenstag 14 wöchentlich in Versuch 1, an den Lebenstagen 21 und 45 in Versuch 2. In Versuch 2 wurden die Tiere vor dem Wiegen für ca. 15 Stunden genüchtert.

3.3 Einteilung der Freßtypen

Aus zahlreichen Vorversuchen war bekannt, daß die Anzahl der Besuche im Freßstand auf individueller Ebene sehr verschieden ist. Da bei der Erstellung von Mittelwerten für die Parameter des Freßverhaltens über die gesamte Gruppe diese Informationen verloren gehen, wurde für die Darstellung der Ergebnisse eine Aufteilung der Gesamtgruppe unternommen. So sollen die Unterschiede zwischen den Tieren, die sehr häufig beim Fressen registriert wurden, und den Tieren, die recht selten beim Fressen waren, genauer dargestellt werden. Der Rest der Tiere liegt in den Mittelwerten zwischen den beiden Gruppen.

Die Aufteilung in verschiedene Freßtypen erfolgte nach dem jeweiligen Versuchsende. Dazu wurde für jedes Tier der Mittelwert des Parameters Anzahl Mahlzeiten pro Tag über den gesamten Versuchsverlauf gebildet. In Versuch 1 bildeten die 7 Tiere mit der kleinsten mittleren Anzahl Mahlzeiten pro Tag den Freßtyp L (Low), und die 7 Tiere mit der höchsten mittleren Anzahl Mahlzeiten pro Tag den Freßtyp H (High). Somit bildeten in etwa die unteren bzw.

oberen 15 % aller Tiere die Freßtypen L bzw. H. Die restlichen 36 Tiere bildeten den Freßtyp R (Rest).

In Versuch 2 bildeten jeweils 48 Tiere (10 %) den Freßtyp L, 384 Tiere (80 %) den Freßtyp R und weitere 48 Tiere (10 %) den Freßtyp H.

3.4 Statistische Auswertung

3.4.1 Vergleich der Gruppen bezüglich der Parameter des Freßverhaltens sowie der Leistungsparameter

Die Aufbereitung der Daten für eine statistische Auswertung erfolgte mit Microsoft Excel (Office 97). Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm JMP (SAS Institute Inc., Version 3.1.5). Die Daten wurden mit dem „Saphiro - Wilk W Test“ auf Normalverteilung überprüft. Lag keine Normalverteilung vor, wurde eine Transformation mit der Routine „Save Normal Quantiles“ durchgeführt. Diese transformierten Werte wurden erneut auf Normalverteilung überprüft. Die Analyse der Merkmale erfolgte innerhalb der Altersstufen. Analysiert wurden die Verhaltensparameter nach der Methode der kleinsten Quadrate unter Verwendung der folgenden mathematischen Grundmodelle:

Versuch 1 (einfaktoriell):

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + F_j + e_{ijk}$$

Dabei ist:

Y_{ijk}	Beobachtungswert
μ	Gesamtmittel
T_i	Einfluß des i-ten Typs (Freßtypen H, L, R)
F_j	Kovariable Futtermittelverbrauch pro Tag
e_{ijk}	Restfehler

Versuch 2 (zweifaktoriell):

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + G_j + TG_{ij} + F_k + e_{ijkl}$$

Dabei ist:

Y_{ijkl}	Beobachtungswert
μ	Gesamtmittel
T_i	Einfluß des i-ten Typs (Freßtypen H, L, R)
G_j	Einfluß des j-ten Geschlechts (männlich, weiblich)
TG_{ij}	Interaktion Typ x Geschlecht
F_k	Kovariable Futtermittelverbrauch pro Tag
e_{ijkl}	Restfehler

H- und L-Tiere unterschieden sich hinsichtlich Lebendgewicht und täglicher Futterverbrauch deutlich. Aus diesem Grunde wurde der Parameter Futterverbrauch pro Tag in die statistischen Modelle aufgenommen, da das Lebendgewicht in Versuch 2 nur am Anfang und am Ende bestimmt wurde. Für die Varianzanalyse der Verhaltensparameter wurde dadurch der unterschiedlich hohe Futterverbrauch egalisiert.

Die Lebendgewichte wurden nach der Methode der kleinsten Quadrate analysiert. Es wurden folgende mathematische Grundmodelle verwendet:

Versuch 1 (einfaktoriell):

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Dabei ist:

- Y_{ij} Beobachtungswert
- μ Gesamtmittel
- T_i Einfluß des i-ten Typs (Freßtypen H, L, R)
- e_{ij} Restfehler

Versuch 2 (zweifaktoriell); Lebendgewicht:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + G_j + TG_{ij} + e_{ijk}$$

Dabei ist:

- Y_{ijk} Beobachtungswert
- μ Gesamtmittel
- T_i Einfluß des i-ten Typs (Freßtypen H, L, R)
- G_j Einfluß des j-ten Geschlechts (männlich, weiblich)
- TG_{ij} Interaktion Typ x Geschlecht
- e_{ijk} Restfehler

Die Irrtumswahrscheinlichkeiten wurden wie folgt gekennzeichnet:

$P > 0,05$	n. s.
$P \leq 0,05$	*
$P \leq 0,01$	**
$P \leq 0,001$	***

Ergaben sich für den F-Wert signifikante Effekte wurden multiple t-Tests durchgeführt, um die signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen zu bestimmen. Bei der Darstellung der Ergebnisse wurden Kleinbuchstaben verwendet, um signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen aufzuzeigen. Da die Analyse innerhalb der Altersstufe erfolgte, beschreiben die Kleinbuchstaben in den Abbildungen keine Alterseffekte.

In der vorliegenden Arbeit wurde die Form der Abbildung für die Darstellung der Least Square Mittelwerte der erfaßten Parameter für die verschiedenen Freßtypen gewählt. Die Zahlenwerte hierfür sind mit denen der Geschlechter sowie der Interaktion im Anhang dargestellt. Dabei wurden Erpel mit M und Enten mit W bezeichnet.

3.4.2 Rhythmik

Die Rhythmusanalyse wurde anhand der Daten aus Versuch 2 durchgeführt, da hier keine wöchentlichen Tierwiegungen stattfanden und somit auch die geringeren Störfaktoren vorlagen. Analysiert wurden 10 H-Tiere und 10 L-Tiere, wobei auf eine gleiche Anzahl männlicher und weiblicher Tiere innerhalb der Gruppen geachtet wurde. Für jedes Einzeltier wurde die Summe des Futtermittels pro Stunde errechnet. Somit ergab sich pro Tier ein Datensatz von 552 Stundenwerten (24 Werte pro Tag x 23 Tage) für die Rhythmusanalyse über den gesamten Versuchszeitraum (Lebenswoche 4-7), sowie 168 Stundenwerte (24 Werte pro Tag x 7 Tage) für die Analyse der einzelnen Lebenswochen (Lebenswoche 4, 5 und 6). Auf eine Analyse der Lebenswoche 7 wurde verzichtet, da der Versuch mit dem 45. Lebenstag abgeschlossen wurde.

Die Analysen wurden mit dem Modul „Time Series/Forecasting“ des Programms Statistica (Version 5.5) durchgeführt. Es wurden verschiedene gängige Glättungsfunktionen (z. B. Autokorrelation, smoothing etc.) getestet; die am deutlichsten ablesbaren Ergebnisse wurden aber mit den Originaldaten erzielt. So wurden die Originaldaten einer Fast-Fourier-Transformation (FFT) unterzogen, um ein Powerspektrum zu erzeugen. Dieses wurde danach durch ein Parzen Fenster (Daten Fenster für Spektraldichtenschätzung) geglättet. Anhand der Peaks aus dem Powerspektrum konnten die dem Fressen unterliegenden Rhythmen abgelesen werden. Eine Vielzahl an Peaks trat im Bereich von 2 bis 4 Stunden auf. Da fast alle Tiere eine Vielzahl an Rhythmen zwischen 2 und 4 Stunden zeigten, wurde auf diese in der Auswertung nicht näher eingegangen.

3.4.3 Freßpausendauer

Als Freßpausendauer wurden die Zeiten zwischen zwei Besuchen eines Individuums im Freßstand berechnet und daraus die Häufigkeit von Pausendauern erzeugt und graphisch dargestellt. Die Darstellung der Häufigkeit aller Pausendauern erfolgte in einer Klassenbreite von 5 min (300 s) als Verteilung der relativen Häufigkeit.

Für die Darstellung bis 300 Sekunden wurde die Häufigkeitsverteilung in einer Klassenbreite von 1 s berechnet. Für die grafische Darstellung dieses sehr feinen Zeitrasters wurde wegen der besseren Übersichtlichkeit eine Darstellung als kumulierte relative Häufigkeit verwendet.

Die Darstellung der Pausen mit einer Dauer von über 5 min bis zu einer Pausendauer von 300 Minuten erfolgte wiederum als Verteilungskurve der relativen Häufigkeit.

4 Ergebnisse

4.1 Ergebnisse - Versuch 1

Im folgenden wird dargestellt, wie sich die Freßtypen (H, L, R) hinsichtlich der Parameter des Futteraufnahmeverhaltens sowie der Leistung unterscheiden.

Die Darstellung der Least Square Mittelwerte erfolgte in Form von Abbildungen. Die Zahlenwerte sind im Anhang dargestellt.

4.1.1 Aufteilung der Tiere nach Freßtyp

Die Aufteilung in verschiedene Freßtypen erfolgte nach dem jeweiligen Versuchsende. Dazu wurde für jedes Tier der Mittelwert des Parameters Anzahl Mahlzeiten pro Tag über den gesamten Versuchsverlauf gebildet. Abb. 7 zeigt die Häufigkeitsverteilung der mittleren Anzahl Mahlzeiten pro Tag.

Die 7 Tiere mit der kleinsten mittleren Anzahl Mahlzeiten pro Tag bildeten den Freßtyp L (Low), die 7 Tiere mit der höchsten mittleren Anzahl Mahlzeiten pro Tag den Freßtyp H (High). Somit bildeten in etwa die unteren bzw. oberen 15 % aller Tiere die Freßtypen L bzw. H. Die restlichen 36 Tiere bildeten den Freßtyp R (Rest).

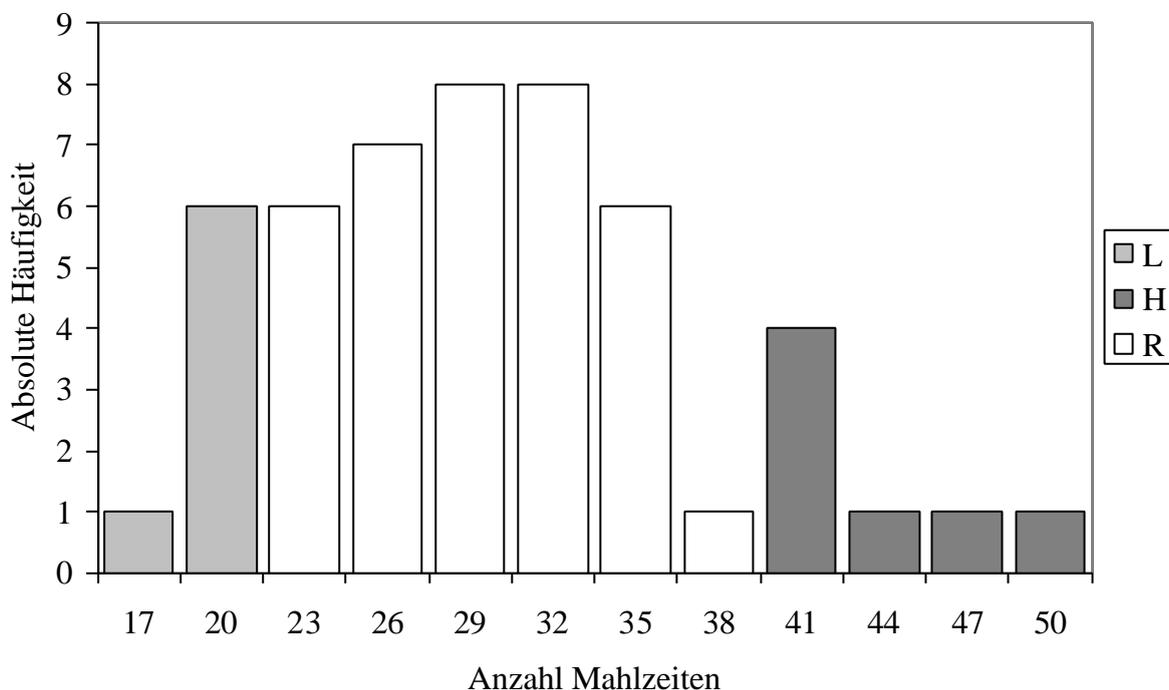


Abb. 7: Häufigkeitsverteilungen der Mittelwerte des Parameters Anzahl Mahlzeiten pro Tag für die Freßtypen (H, L, R) – Mittelwerte pro Tier

4.1.2 Anzahl Mahlzeiten pro Tag

Die Varianzanalyse für den Parameter Anzahl Mahlzeiten pro Tag zeigte in allen Altersstufen signifikante Effekte des Freßtyps, wohingegen der Einfluß des Futtermittels als Kovariable keine signifikanten Effekte zeigte (Tab. 2). Der t-Test ergab, daß sich die Freßtypen H, L und R in allen Altersstufen signifikant voneinander unterscheiden (Abb. 8). So suchte der Freßtyp H in den Altersstufen 3. und 4. Lebenswoche mit 85,2 bzw. 42,6 Mahlzeiten etwa doppelt so häufig den Freßstand auf wie der Freßtyp L. Ab der 5. Lebenswoche befanden sich die H-Tiere sogar in etwa 3 mal häufiger im Freßstand als die L-Tiere. Ab diesem Zeitpunkt blieb die Anzahl Mahlzeiten mit ca. 30 für den Freßtyp H, ca. 11 für den Freßtyp L sowie ca. 19 für den Freßtyp R relativ konstant.

Tab. 2: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Anzahl Mahlzeiten pro Tag (n) in Abhängigkeit von Freßtyp (T) und Futtermittelverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 3-7

Varianz- ursache	Lebenswoche									
	3		4		5		6		7	
T	16,84	***	22,57	***	23,80	***	17,67	***	9,31	***
FVB	0,22	n. s.	0,19	n. s.	0,01	n. s.	0,94	n. s.	1,07	n. s.

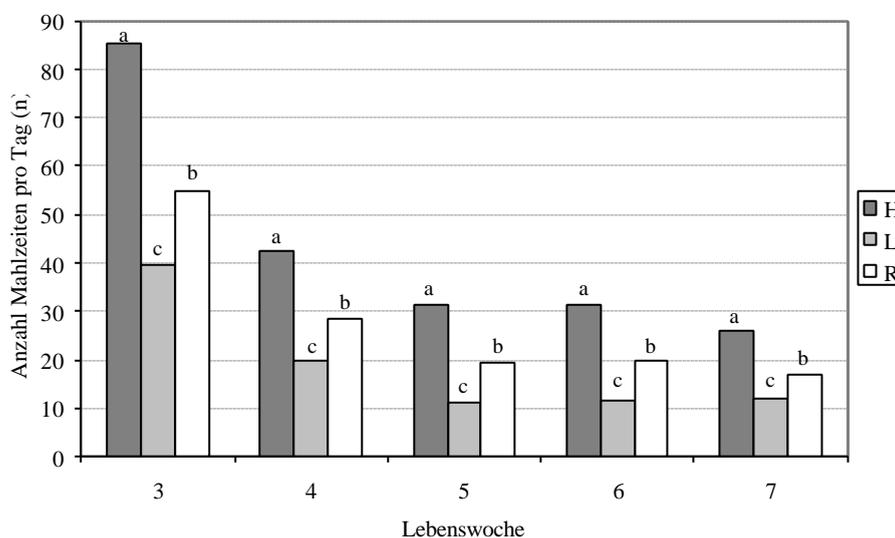


Abb. 8: Least Square Mittelwerte des Parameters Anzahl Mahlzeiten pro Tag (n) in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 3-7)

Die Ergebnisse der Varianzanalyse und Least Square Mittelwerte für den Parameter Anzahl Mahlzeiten pro Tag in Form von Zahlen sind in Anhang I dargestellt.

4.1.3 Mahlzeitendauer

Die Ergebnisse der Varianzanalyse für den Parameter Mahlzeitendauer zeigen signifikante Effekte (Tab. 3) in allen Altersstufen für den Freßtyp und in Lebenswoche 4 für die Kovariable Futterverbrauch. Der t-Test ergab signifikante Unterschiede zwischen allen Freßtypen (Abb. 9) für die Lebenswochen 3, 4 und 5. In den Lebenswochen 6 und 7 fraß der Freßtyp L signifikant länger als die Freßtypen H und R.

Mit zunehmendem Alter verlängerte sich die durchschnittliche Mahlzeitendauer bei Freßtyp H von 17 s auf 35 s. Bei Freßtyp L stieg die Dauer bis zur 5. Lebenswoche von 33 s auf 100 s an und fiel dann bis zur 7. Lebenswoche wieder auf 77 s. Bei Freßtyp R steigerte sich die Mahlzeitendauer von 23 s in der 4. Lebenswoche auf 46 s in Lebenswoche 6. In Lebenswoche 7 war dann ein leichter Rückgang auf 42 s zu beobachten.

Tab. 3: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Mahlzeitendauer (s) in Abhängigkeit von Freßtyp (T) und Futterverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 3-7

Varianz- Ursache	Lebenswoche									
	3		4		5		6		7	
T	11,38	***	10,37	***	11,42	***	6,94	***	6,20	***
FVB	3,77	n. s.	5,36	*	1,02	n. s.	0,01	n. s.	3,78	n. s.

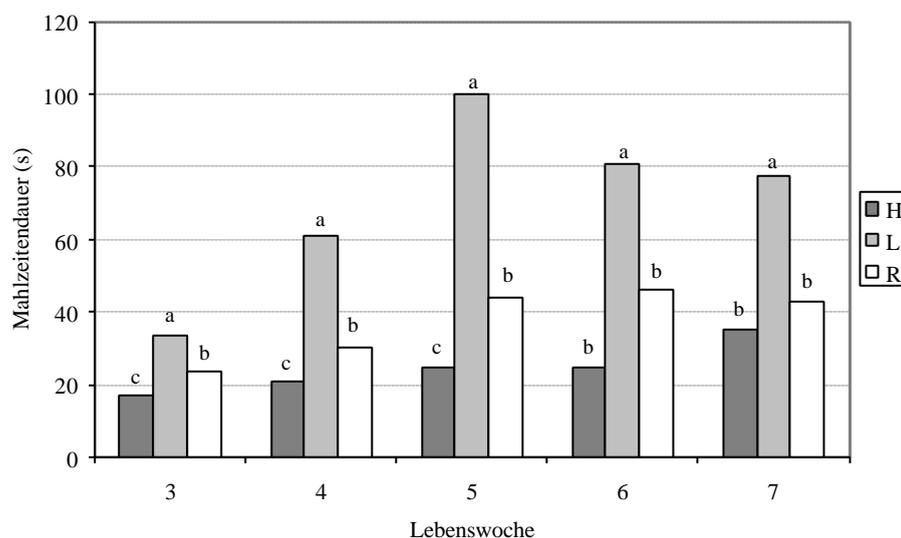


Abb. 9: Least Square Mittelwerte des Parameters Mahlzeitendauer (s) in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 3-7)

Die Ergebnisse der Varianzanalyse und Least Square Mittelwerte für den Parameter Mahlzeitendauer in Form von Zahlen sind in Anhang II dargestellt.

4.1.4 Mahlzeitengröße

Tab. 4 zeigt signifikante Effekte des Parameters Mahlzeitengröße in allen Altersstufen für den Freßtyp, sowie in den Lebenswochen 3, 4 und 5 für die Kovariable Futterverbrauch. Der t-Test ergab signifikante Unterschiede zwischen allen Freßtypen in allen Altersstufen (s. Abb. 10).

Mit zunehmendem Alter, war auch stets eine Zunahme der Mahlzeitengröße zu beobachten, mit Ausnahme des Freßtyps L, bei dem ein Rückgang von Lebenswoche 6 zu Lebenswoche 7 festgestellt wurde. Die Mahlzeitengröße wuchs so altersabhängig von 2,2 g auf 9,8 g bei Freßtyp H, von 4,6 g auf 20,9 g bei Freßtyp L und von 3,3 g auf 14,2 g bei Freßtyp R.

Tab. 4: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Mahlzeitengröße (g) in Abhängigkeit von Freßtyp (T) und Futterverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 3-7

Varianz- Ursache	Lebenswoche									
	3		4		5		6		7	
T	15,86	***	21,74	***	21,08	***	16,90	***	8,25	***
FVB	6,63	*	12,82	***	8,71	**	0,65	n. s.	1,55	n. s.

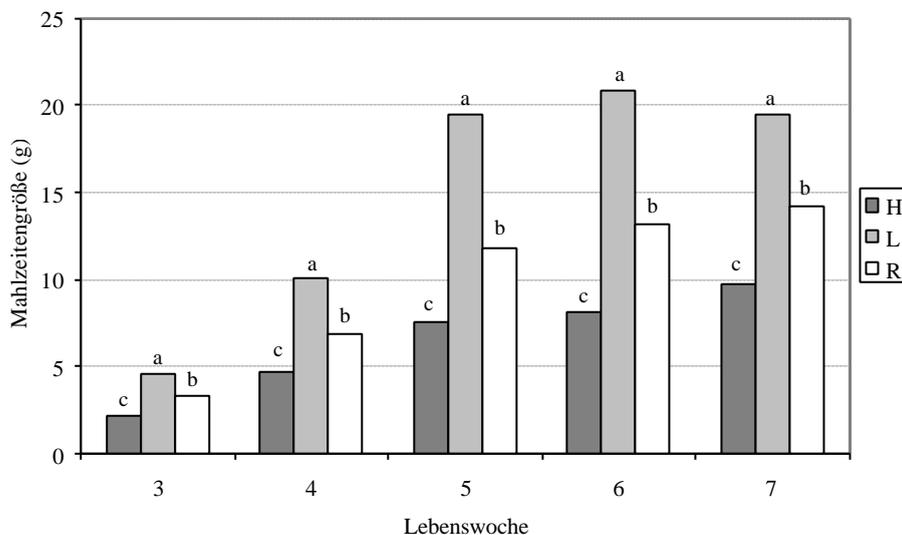


Abb. 10: Least Square Mittelwerte des Parameters Mahlzeitengröße (g) in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 3-7)

Die Ergebnisse der Varianzanalyse und Least Square Mittelwerte für den Parameter Mahlzeitengröße in Form von Zahlen sind in Anhang III dargestellt.

4.1.5 Verzehrintensität

Die Varianzanalyse für den Parameter Verzehrintensität ergab einen signifikanten Effekt für den Freßtyp in der 5. Lebenswoche (Tab. 5). So unterschied sich der Freßtyp L signifikant vom Freßtyp R (s. Abb. 11). Zwischen dem Freßtyp H und den beiden anderen Freßtypen bestanden keine signifikanten Unterschiede.

Die Verzehrintensität erhöhte sich mit zunehmendem Alter. So fraßen die Enten des Freßtyps H in Lebenswoche 3 mit einer Geschwindigkeit von 9 g/min und in Lebenswoche 7 mit einer Geschwindigkeit von 21 g/min. Bei Freßtyp L steigerte sich die Verzehrintensität in der selben Altersspanne von 8,4 g/min auf 22,6 g/min und bei Freßtyp R von 9,7 g/min auf 23,3 g/min.

Tab. 5: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Verzehrintensität in Abhängigkeit von Freßtyp (T) und Futterverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 3-7

Varianz- ursache	Lebenswoche									
	3		4		5		6		7	
T	1,11	n. s.	1,64	n. s.	3,60	*	2,50	n. s.	0,95	n. s.
FVB	0,42	n. s.	0,05	n. s.	0,44	n. s.	0,40	n. s.	2,09	n. s.

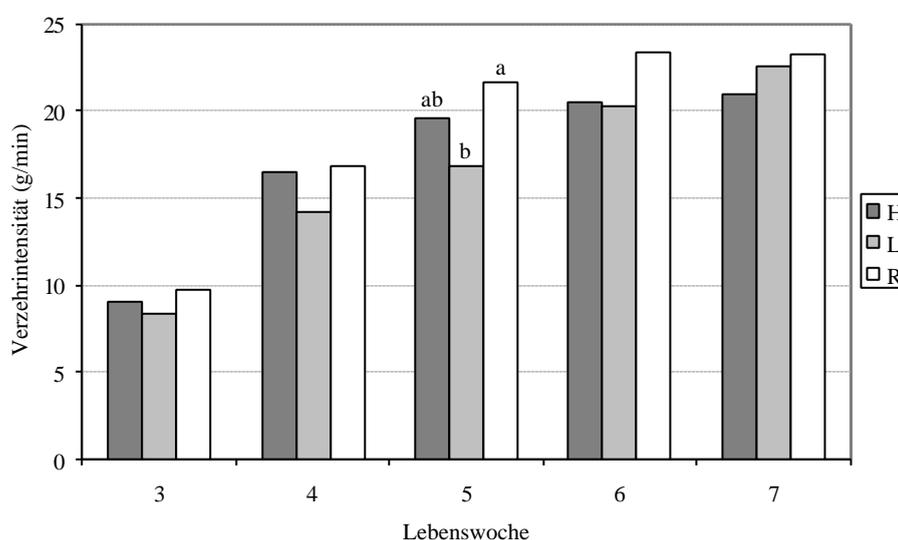


Abb. 11: Least Square Mittelwerte des Parameters Verzehrintensität (g/min) in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 3-7)

Die Ergebnisse der Varianzanalyse und Least Square Mittelwerte für den Parameter Verzehrintensität in Form von Zahlen sind in Anhang IV dargestellt.

4.1.6 Freßdauer pro Tag

Die Ergebnisse der Varianzanalyse für den Parameter Freßdauer pro Tag (Tab. 6) zeigen signifikante Effekte hinsichtlich der Kovariablen Futterverbrauch in den Lebenswochen 3, 4 und 7.

Abb. 12 zeigt in Lebenswoche 3 bei allen Freßtypen eine tägliche Freßdauer von ca. 20 min bis 22 min. In den weiteren Altersstufen blieb die Freßdauer pro Tag bei Werten von 13 min bis 14 min für den Freßtyp H, 15 min bis 17 min für den Freßtyp L sowie 11,5 min bis 13,5 min für den Freßtyp R auf recht einheitlichem Niveau pro Freßtyp.

Tab. 6: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Freßdauer pro Tag (min) in Abhängigkeit von Freßtyp (T) und Futterverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 3-7

Varianz- ursache	Lebenswoche									
	3		4		5		6		7	
T	0,75	n. s.	1,73	n. s.	2,54	n. s.	2,87	n. s.	1,68	n. s.
FVB	6,37	***	10,18	**	2,25	n. s.	1,73	n. s.	22,39	***

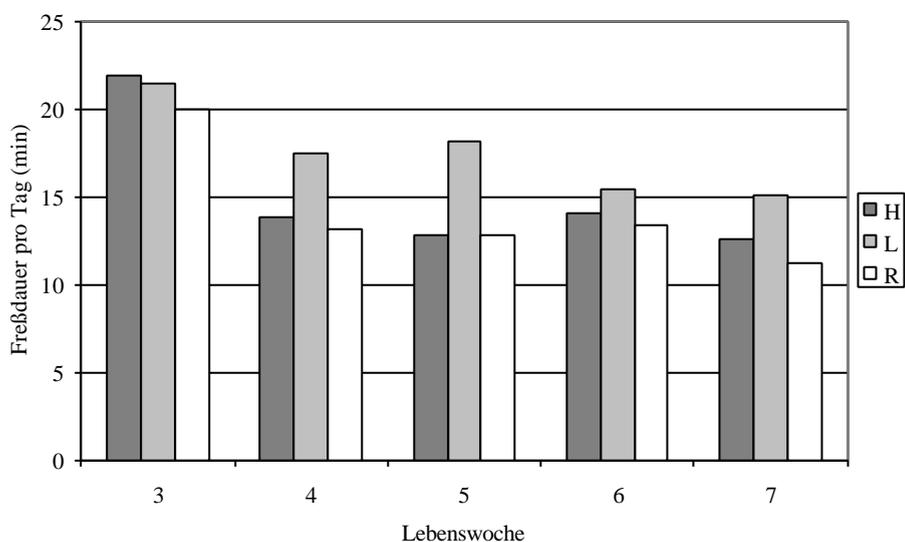


Abb. 12: Least Square Mittelwerte des Parameters Freßdauer pro Tag (min) in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 3-7)

Die Ergebnisse der Varianzanalyse und Least Square Mittelwerte für den Parameter Freßdauer pro Tag in Form von Zahlen sind in Anhang V dargestellt.

4.1.7 Lebendgewicht

Die Ergebnisse der Varianzanalyse für den Parameter Lebendgewicht zeigen signifikante Effekte an den Lebenstagen 21, 28, 35 und 42 (Tab. 7). Der t-Test ergab, daß der Freßtyp H an diesen Wiegeterminen signifikant leichter war als die Tiere des Freßtyps L und R (Abb. 13). Mit zunehmendem Alter erhöhte sich das Gewicht der Tiere. So wogen die Tiere an Lebenstag 14 bei Freßtyp H ca. 665 g, bei Freßtyp L ca. 715 g und 720 g bei Freßtyp R. Am 49. Lebenstag waren die H-Tiere ca. 3450 g, die L-Tiere ca. 3600 g und die R-Tiere ca. 3580 g schwer.

Tab. 7: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Lebendgewicht (g) in Abhängigkeit von Freßtyp (T) innerhalb der Altersstufen Lebenstag 14-49

Varianz- ursache	Lebenstag											
	14		21		28		35		42		49	
T	2,4	n. s.	3,79	*	3,65	*	3,68	*	4,0	*	1,6	n. s.

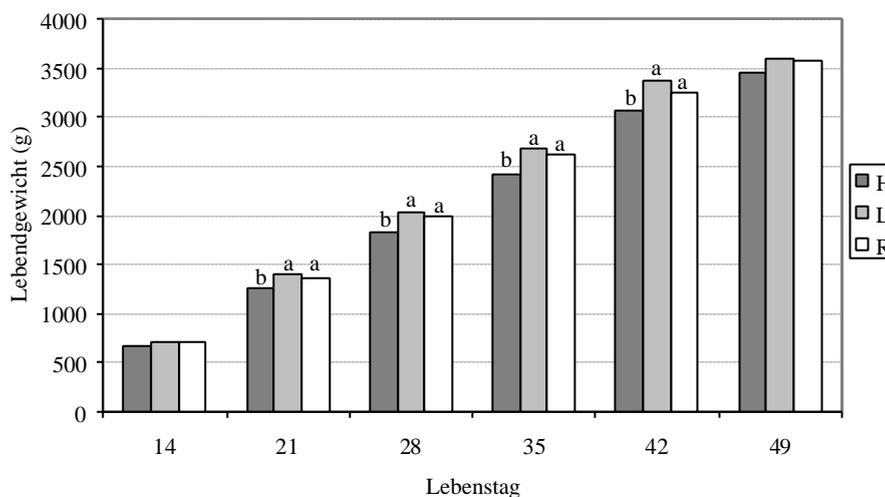


Abb. 13: Least Square Mittelwerte des Parameters Lebendgewicht (g) in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenstag 14-49)

Die Ergebnisse der Varianzanalyse und Least Square Mittelwerte für den Parameter Lebendgewicht in Form von Zahlen sind in Anhang VI dargestellt.

4.1.8 Futtermittelverbrauch pro Tag

In Abb. 14 ist der Verlauf der Mittelwerte des täglichen Futtermittelverbrauchs in Abhängigkeit des Freßtyps dargestellt. Zwischen dem 45. und 46. Lebenstag kam es aufgrund technischer Probleme zu einem Ausfall der Datenerfassung.

Generell war ein Anstieg der täglichen Futteraufnahme von Lebenstag 14 auf 49 zu beobachten. Ein täglicher Anstieg in der Futteraufnahme im Vergleich zum Vortag lag aber nicht vor. So sind an den Wiegetagen (LT 14, 21, 28, 35, 42 und 49) bis auf Lebenstag 42 deutliche Einbrüche im Kurvenverlauf ersichtlich.

Die Kurven der Freßtypen zeigten einen parallelen Verlauf. Tendenziell hatten H-Tiere den geringsten täglichen Futtermittelverbrauch und die L-Tiere den höchsten. R-Tiere bildeten die Mitte.

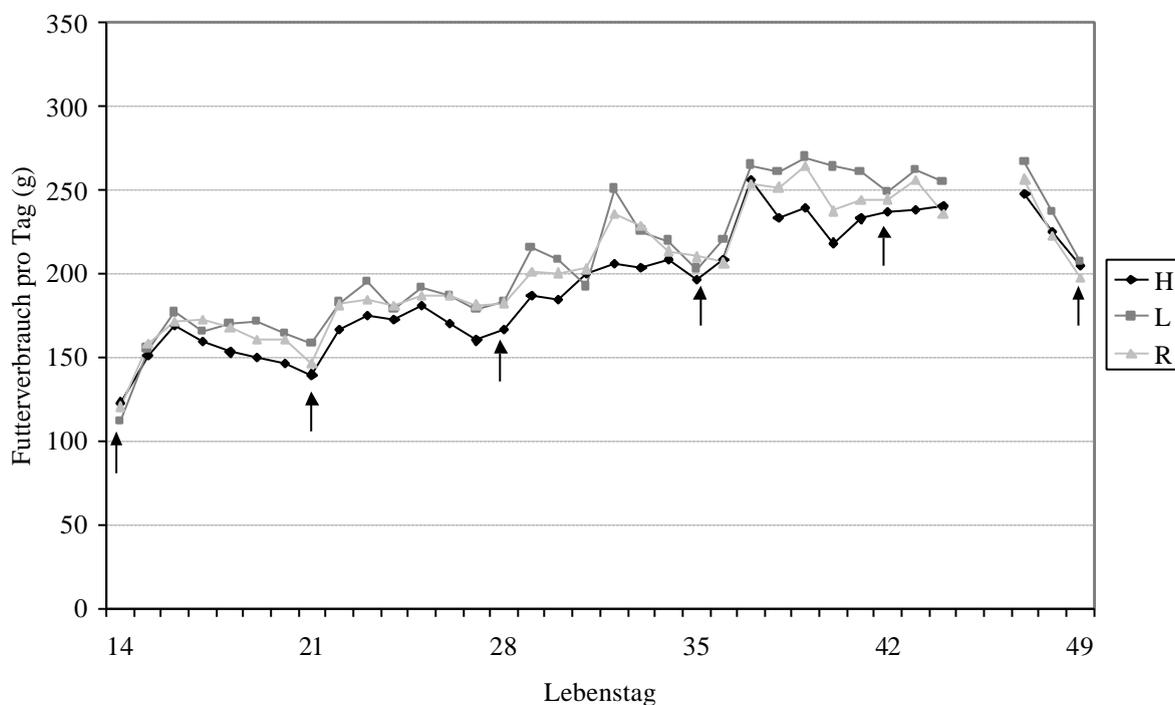


Abb. 14: Mittlerer Futtermittelverbrauch pro Tag (g) in Abhängigkeit des Freßtyps (H, L, R) im Alter von 14 bis 49 Tagen

4.2 Ergebnisse - Versuch 2

Die Darstellung der Least Square Mittelwerte erfolgte in Form von Abbildungen. Die Zahlenwerte sind im Anhang dargestellt. Dort sind auch die Mittelwerte dargestellt, die sich für das Geschlecht sowie für die Interaktion Geschlecht x Freßtyp ergaben.

4.2.1 Aufteilung der Tiere nach Freßtypen – Versuch 2

Die Aufteilung in verschiedene Freßtypen erfolgte nach dem jeweiligen Versuchsende. Dazu wurde für jedes Tier der Mittelwert des Parameters Anzahl Mahlzeiten pro Tag über den gesamten Versuchsverlauf gebildet. Abb. 15 zeigt die Häufigkeitsverteilung der mittleren Anzahl Mahlzeiten pro Tag. Im Versuch bildeten die 48 Tiere (10 %) mit der kleinsten mittleren Anzahl Mahlzeiten pro Tag den Freßtyp L (Low), und die 48 Tiere (10 %) mit der höchsten mittleren Anzahl Mahlzeiten pro Tag den Freßtyp H (High). Die restlichen 384 Tiere (80 %) bildeten den Freßtyp R (Rest).

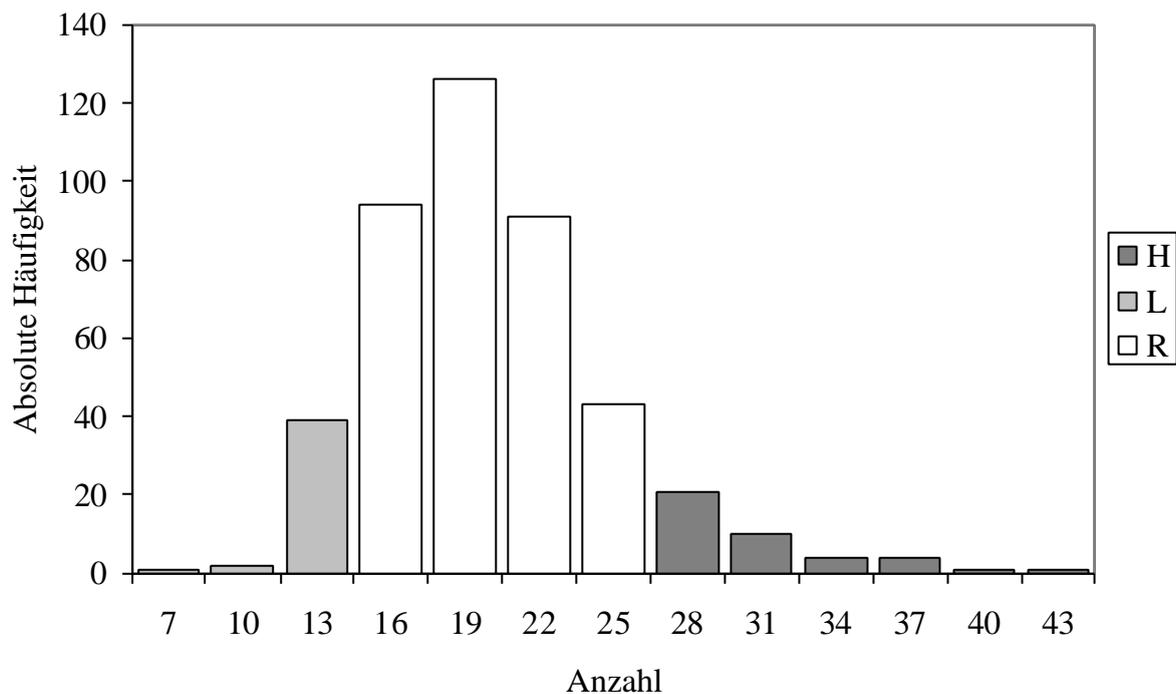


Abb. 15: Häufigkeitsverteilungen der Mittelwerte des Parameters Anzahl Mahlzeiten pro Tag für die Freßtypen (H, L, R) – Mittelwerte pro Tier

4.2.2 Anzahl Mahlzeiten pro Tag

Die Varianzanalyse des Parameters Anzahl Mahlzeiten pro Tag (Tab. 8) ergab signifikante Effekte für das Geschlecht in Lebenswoche 7, für den Freßtyp in allen Lebenswochen und für die Kovariable Futterverbrauch in den Lebenswochen 5 und 6. Der t-Test zeigte, daß Erpel in Lebenswoche 7 signifikant häufiger den Freßstand aufsuchten als Enten (Abb. 16). Mit dem Alter ging die Anzahl pro Mahlzeit bei beiden Geschlechtern zurück, bei Erpeln blieb sie aber zwischen der 6. und 7. Lebenswoche auf gleichem Niveau.

Bei der Analyse der Freßtypen ergab der t-Test, daß sich die Freßtypen H, L und R in allen Lebenswochen signifikant voneinander unterschieden (Abb. 17)

Mit zunehmendem Alter, war ein Rückgang in der Anzahl Mahlzeiten zu beobachten. So ging die Anzahl beim Freßtyp H von 42,2 in Lebenswoche 4 auf 20,1 in Lebenswoche 7, beim Freßtyp L von 17,7 auf 9,9 und beim Freßtyp R von 27,6 auf 12,8 zurück.

Tab. 8: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Anzahl Mahlzeiten pro Tag (n) in Abhängigkeit von Geschlecht (G), Freßtyp (T), Interaktion (G*T) und Futterverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 4-7

Varianz- ursache	Lebenswoche							
	4		5		6		7	
G	0,07	n. s.	0,37	n. s.	1,63	n. s.	12,32	***
T	198,77	***	227,50	***	173,44	***	79,69	***
G*T	0,21	n. s.	1,66	n. s.	0,30	n. s.	0,14	n. s.
FVB	0,03	n. s.	11,56	***	12,60	***	0,16	n. s.

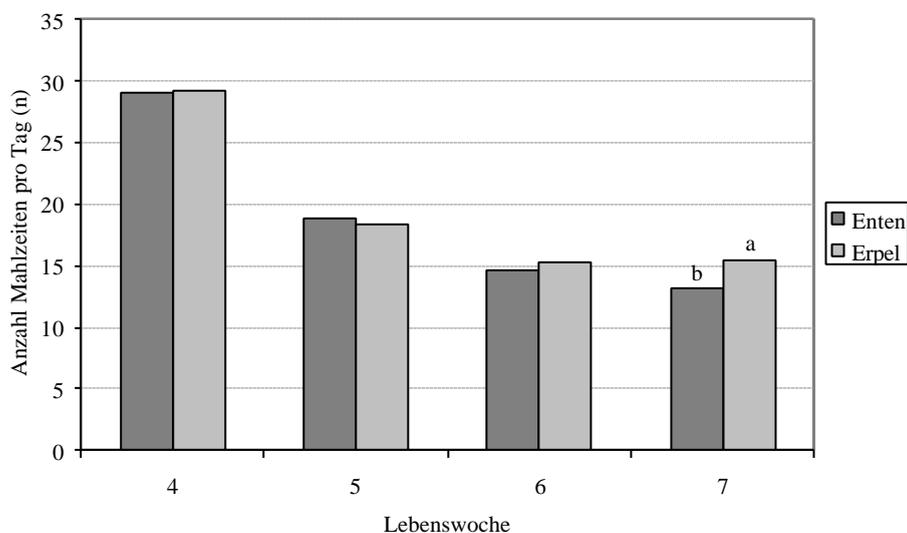


Abb. 16: Least Square Mittelwerte des Parameters Anzahl Mahlzeiten pro Tag (n) in Abhängigkeit von Geschlecht (Erpel, Enten) und Alter (Lebenswoche 4-7)

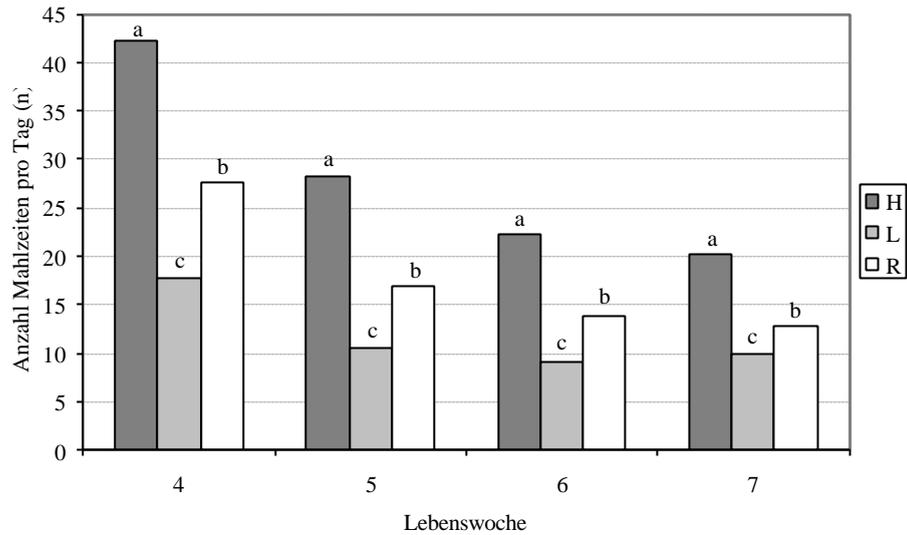


Abb. 17: Least Square Mittelwerte des Parameters Anzahl Mahlzeiten pro Tag (n) in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 4-7)

Die Ergebnisse der Varianzanalyse und Least Square Mittelwerte für den Parameter Anzahl Mahlzeiten pro Tag in Form von Zahlen sind in Anhang VII dargestellt.

4.2.3 Mahlzeitendauer

Die Varianzanalyse der Mahlzeitendauer ergab in allen Altersstufen signifikante Effekte für den Freßtyp und für die Kovariable Futterverbrauch (Tab. 9).

Der t-Test zeigte, daß sich alle Freßtypen in allen Altersstufen signifikant voneinander unterschieden (Abb. 18).

Mit dem Alter wurden die Mahlzeiten länger. So dauerte eine Mahlzeit in Lebenswoche 4 bei Freßtyp H 20,0 s, bei Freßtyp L 42,3 s und bei Freßtyp R 27,3 s. In Lebenswoche 7 betrug die Mahlzeitendauer bei Freßtyp H 42,7 s, bei Freßtyp L 77,9 s und bei Freßtyp R 62,1 s.

Tab. 9: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Mahlzeitendauer (s) in Abhängigkeit von Geschlecht (G), Freßtyp (T), Interaktion (G*T) und Futterverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 4-7

Varianz- Ursache	Lebenswoche							
	4		5		6		7	
G	0,87	n. s.	1,35	n. s.	0,07	n. s.	2,79	n. s.
T	74,36	***	86,15	***	71,08	***	39,30	***
G*T	0,92	n. s.	1,61	n. s.	0,38	n. s.	0,36	n. s.
FVB	20,38	***	42,89	***	67,20	***	34,32	***

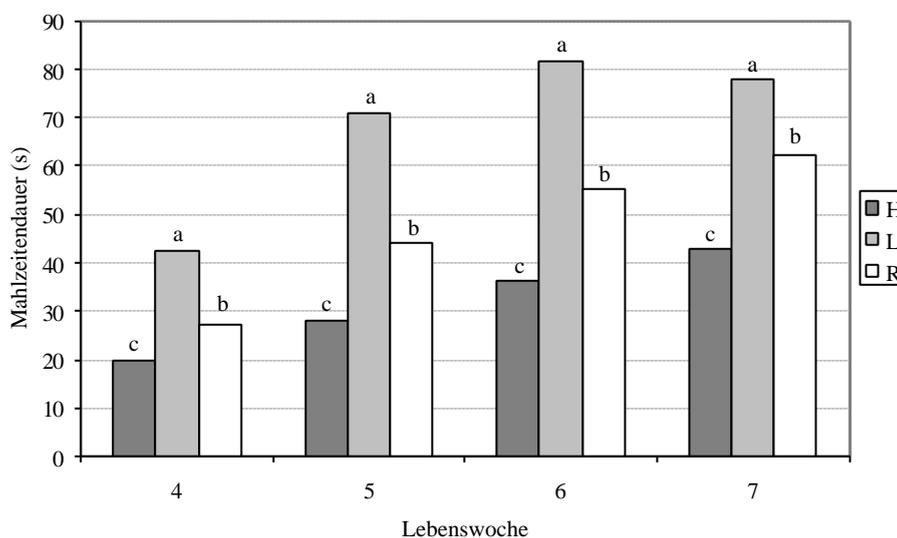


Abb. 18: Least Square Mittelwerte des Parameters Mahlzeitendauer (s) in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 4-7)

Die Ergebnisse der Varianzanalyse und Least Square Mittelwerte für den Parameter Mahlzeitendauer in Form von Zahlen sind in Anhang VIII dargestellt.

4.2.4 Mahlzeitengröße

Die Ergebnisse der Varianzanalyse der Mahlzeitengröße zeigen signifikante Effekte für den Faktor Geschlecht in Lebenswoche 7, innerhalb des Freßtyps sowie bei der Kovariablen Futterverbrauch in allen Lebenswochen (Tab. 10). Der t-Test ergab, daß sich alle Freßtypen in allen Altersstufen signifikant voneinander unterscheiden (Abb. 19).

Mit dem Alter wurde die aufgenommene Futtermenge pro Mahlzeit größer. So stieg die Mahlzeitengröße der H-Tiere von 5 g auf 15,3 g, der L-Tiere von 11,6 g auf 31,8 g und bei den R-Tieren von 7,4 g auf 24,8 g. Beim Freßtyp L fiel auf, daß die durchschnittliche Mahlzeitengröße in Lebenswoche 6 mit 31,5 g nur um 0,3 g geringer war als in Lebenswoche 7.

Tab. 10: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Mahlzeitengröße (g) in Abhängigkeit von Geschlecht (G), Freßtyp (T), Interaktion (G*T) und Futterverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 4-7

Varianz- ursache	Lebenswoche							
	4		5		6		7	
G	0,09	n. s.	0,83	n. s.	2,34	n. s.	9,52	**
T	203,66	***	226,77	***	162,00	***	76,80	***
G*T	0,26	n. s.	2,20	n. s.	0,36	n. s.	0,10	n. s.
FVB	155,52	***	179,53	***	190,52	***	86,04	***

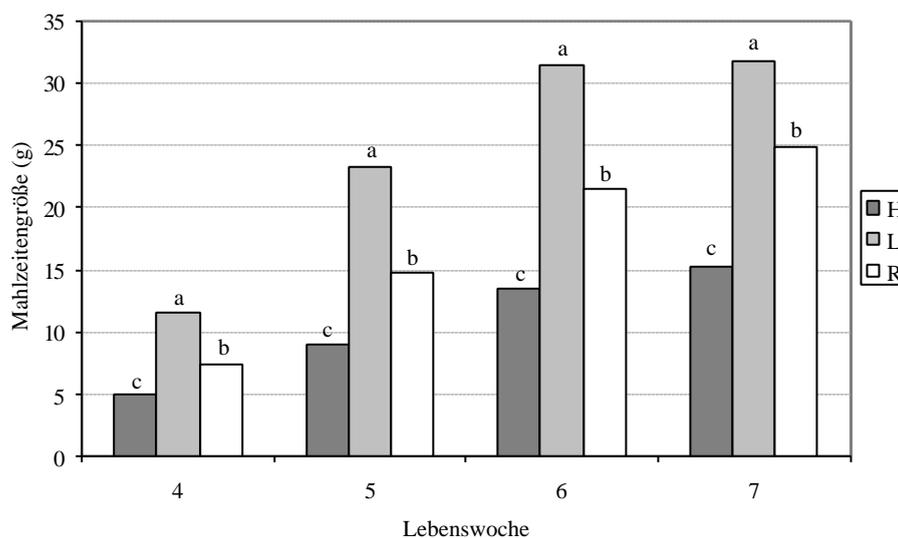


Abb. 19: Least Square Mittelwerte des Parameters Mahlzeitengröße (g) in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 4-7)

Die Ergebnisse der Varianzanalyse und Least Square Mittelwerte für den Parameter Mahlzeitengröße in Form von Zahlen sind in Anhang IX dargestellt.

4.2.5 Verzehrintensität

Tab. 11 zeigt für den Parameter Verzehrintensität in den Altersstufen Lebenswoche 4 und Lebenswoche 7 signifikante Effekte für den Freßtyp sowie für die Kovariable Futterverbrauch. Der t-Test ergab, daß die H-Tiere in den Lebenswochen 4 und 7 signifikant geringere Verzehrintensitäten aufwiesen, als die Tiere der Freßtypen L und R (Abb. 20).

Von Lebenswoche 4 bis Lebenswoche 6 wurde die Verzehrintensität höher. Zwischen der 6. und der 7. Lebenswoche bestanden nahezu keine Unterschiede innerhalb der Freßtypen L und R. Bei Freßtyp H verlangsamte sich die Futteraufnahme um 0,8 g/min von Lebenswoche 6 auf Lebenswoche 7.

Während die Verzehrintensität der Freßtypen L und R in allen Altersstufen auf einem sehr ähnlichen Niveau lag, fraßen die H-Tiere stets langsamer. So bewegten sich die Verzehrintensitäten bei Freßtyp H zwischen 15,2 g/min und 23,2 g/min, bei Freßtyp L zwischen 17,1 g/min und 25,6 g/min und bei Freßtyp R zwischen 17,1 g/min und 25,2 g/min.

Tab. 11: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Verzehrintensität (g/min) in Abhängigkeit von Geschlecht (G), Freßtyp (T), Interaktion (G*T) und Futterverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 4-7

Varianz- ursache	Lebenswoche							
	4		5		6		7	
G	0,88	n. s.	0,54	n. s.	2,00	n. s.	3,73	n. s.
T	6,10	**	2,81	n. s.	2,49	n. s.	4,70	**
G*T	0,21	n. s.	0,77	n. s.	0,05	n. s.	0,35	n. s.
FVB	22,04	***	8,60	**	1,44	n. s.	6,43	*

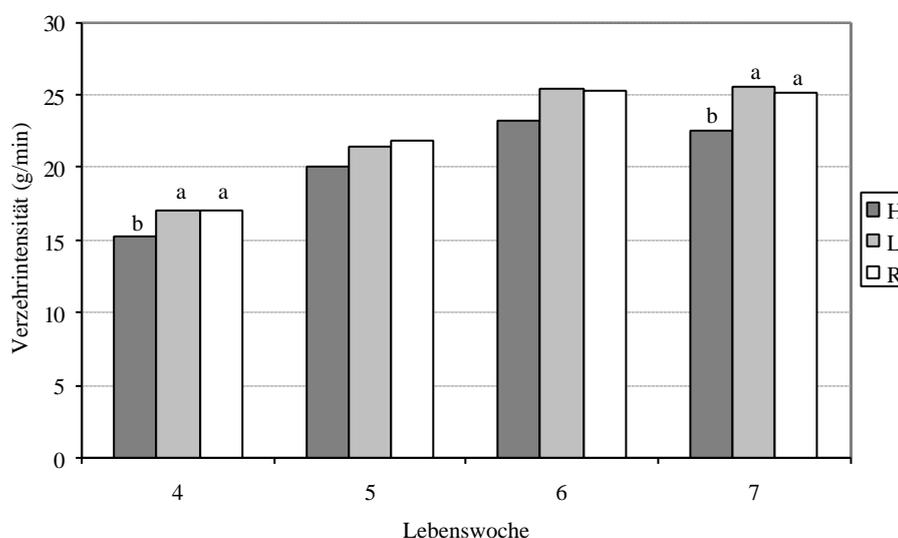


Abb. 20: Least Square Mittelwerte des Parameters Verzehrintensität (g/min) in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 4-7)

Die Ergebnisse der Varianzanalyse und Least Square Mittelwerte für den Parameter Verzehrintensität in Form von Zahlen sind in Anhang X dargestellt.

4.2.6 Freßdauer pro Tag

Tab. 12 zeigt signifikante Effekte für den Freßtyp in den Lebenswochen 4 und 7 sowie für die Kovariable Futterverbrauch in allen Altersstufen. Der t-Test ergab, daß sich die Freßtypen H und R in Lebenswoche 4 signifikant unterschieden (Abb. 21). Interessanterweise wurden aber zwischen dem Freßtyp L, der in Lebenswoche 4 die kürzeste Freßdauer pro Tag hatte, und den beiden anderen Freßtypen keine signifikanten Unterschiede festgestellt. In Lebenswoche 7 war die tägliche Freßdauer der H-Tiere signifikant höher.

In den Altersstufen Lebenswoche 4, 5 und 6 blieben mit Ausnahme des Freßtyp H in Lebenswoche 4 die Werte innerhalb der Freßtypen auf einem einheitlichen Niveau. In Lebenswoche 7 war die tägliche Freßdauer länger.

Die Freßdauer betrug bei Freßtyp H zwischen 12,2 min und 13,6 min, bei Freßtyp L zwischen 11,7 min und 12,4 min und bei Freßtyp R zwischen 11,4 min und 12,4 min.

Tab. 12: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Freßdauer pro Tag (min) in Abhängigkeit von Geschlecht (G), Freßtyp (T), Interaktion (G*T) und Futterverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 4-7

Varianz- Ursache	Lebenswoche							
	4		5		6		7	
G	0,51	n. s.	0,39	n. s.	1,44	n. s.	2,20	n. s.
T	5,24	**	2,33	n. s.	1,96	n. s.	4,62	*
G*T	0,70	n. s.	0,92	n. s.	0,05	n. s.	0,17	n. s.
FVB	28,69	***	30,69	***	51,95	***	64,78	***

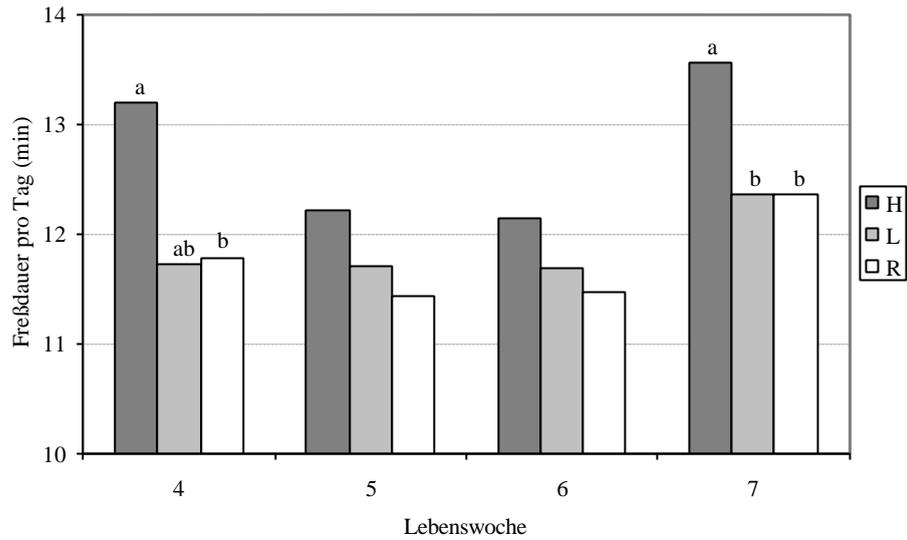


Abb. 21: Least Square Mittelwerte des Parameters Freßdauer pro Tag (min) in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 4-7)

Die Ergebnisse der Varianzanalyse und Least Square Mittelwerte für den Parameter Freßdauer pro Tag in Form von Zahlen sind in Anhang XI dargestellt.

4.2.7 Lebendgewicht

Die Varianzanalyse des Parameters Lebendgewicht ergab signifikante Effekte für den Freßtyp (Tab. 13) an beiden Wiegeterminen. Der t-Test ergab, daß sich der Freßtyp H durch signifikant geringere Lebendgewichte von den Freßtypen L und R unterschied (Abb. 22).

Mit dem Alter erhöhte sich das Gewicht von Lebenstag 21 auf Lebenstag 45. Die H-Tiere wogen am 21. Lebenstag im Durchschnitt 1005 g. Sie waren damit um fast 100 g und somit auch ca. 10 % leichter als die L-Tiere (1108 g). R-Tiere waren mit 1071 g um 66 g schwerer als die H-Tiere. An Lebenstag 45 trennte eine Differenz von ca. 150 g die H-Tiere, welche ein Lebendgewicht von 2943 g hatten, von den R-Tieren, die 3091 g wogen. Der Freßtyp R α -zielte ein durchschnittliches Mastendgewicht von 3059 g.

Tab. 13: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Lebendgewicht (g) in Abhängigkeit von Geschlecht (G), Freßtyp (T) und Interaktion (G*T) innerhalb der Altersstufen Lebenstag 21 und 45

Varianz- Ursache	Lebenstag			
	21		45	
G	0,02	n. s.	1,51	n. s.
T	10,35	**	5,49	**
G*T	1,40	n. s.	1,65	n. s.

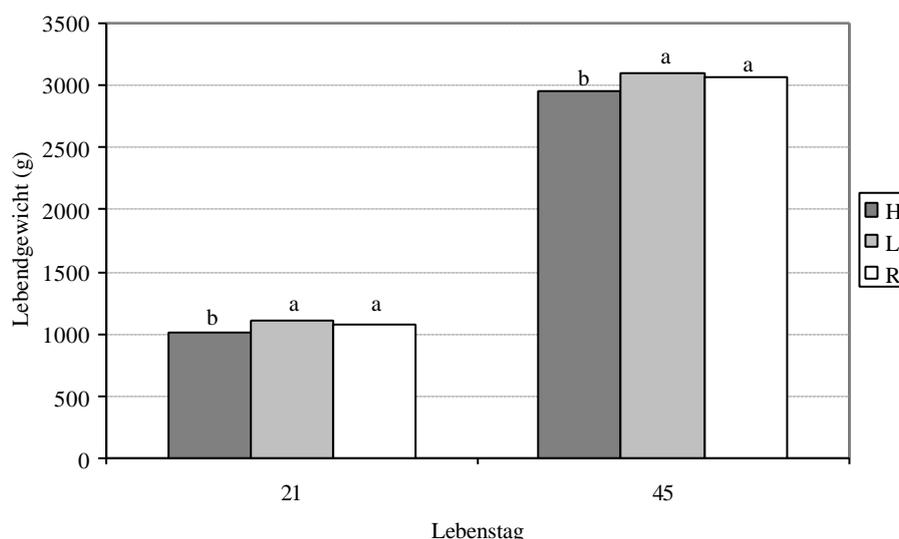


Abb. 22: Least Square Mittelwerte des Parameters Lebendgewicht (g) in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenstage 21 und 45)

Die Ergebnisse der Varianzanalyse und Least Square Mittelwerte für den Parameter Lebendgewicht in Form von Zahlen sind in Anhang XII dargestellt.

4.2.8 Futtermittelverbrauch pro Tag

In Abb. 23 ist der tägliche Futtermittelverbrauch als Mittelwert der einzelnen Freßtypengruppen dargestellt. Tendenziell ist ein Anstieg des täglichen Futtermittelverbrauchs von Lebenstag 22 auf Lebenstag 44 zu erkennen. So kam es in dieser Zeitspanne zu einer Verdoppelung von etwa 150 g auf etwa 300 g. Ein durchgängiger Anstieg der Futteraufnahme pro Tag im Vergleich zum Vortag lag aber nicht vor. So stieg der Futtermittelverbrauch bis zum 27. Lebenstag um etwa 10 g pro Tag. An Lebenstag 27 war dann ein starker Anstieg der Futteraufnahme um ca. 65 g bei allen Freßtypen zu beobachten. Danach ist ein „welliger“ Verlauf der Kurve zu beobachten. So ergaben sich kleine lokale Minima im Kurvenverlauf an den Lebenstagen 31, 34, 38 und 44.

Die Kurven pro Freßtyp zeigen einen fast durchgängigen parallelen Verlauf. Die Unterschiede zwischen den Freßtypen H, L und R ergaben sich durch den unterschiedlich hohen Futtermittelverbrauch. So hatten die H-Tiere durchgängig die geringste tägliche Futteraufnahme. L-Tiere nahmen mit Ausnahme der Lebensstadien 36-39 die höchsten Futtermengen zu sich. Der Freßtyp R lag in seiner Futteraufnahmehöhe zwischen den beiden anderen Freßtypen. Nur an den Lebensstadien 36-39 lagen die R-Tiere über dem Niveau der L-Tiere.

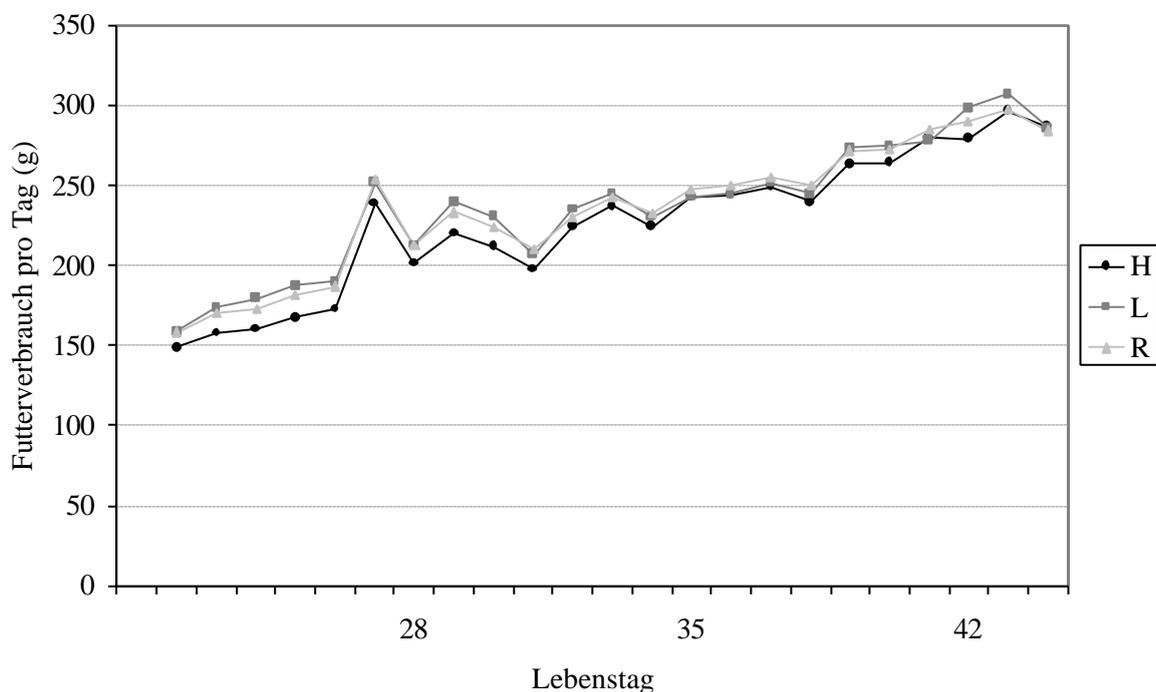


Abb. 23: Mittlerer Futtermittelverbrauch pro Tag (g) in Abhängigkeit des Freßtyps (H, L, R) im Alter von Lebenstag 14 bis 49 Tagen

4.2.9 Rhythmik

Der folgende Abschnitt beschäftigt sich mit den, dem Fressen unterliegenden Rhythmen, die unter Verwendung der Fast Fourier Transformation (FFT) ermittelt wurden. Es werden dabei Aspekte des Alters sowie des Freßstyps gezeigt. Analysiert wurden 10 H- und 10 L-Tiere aus Versuch 2.

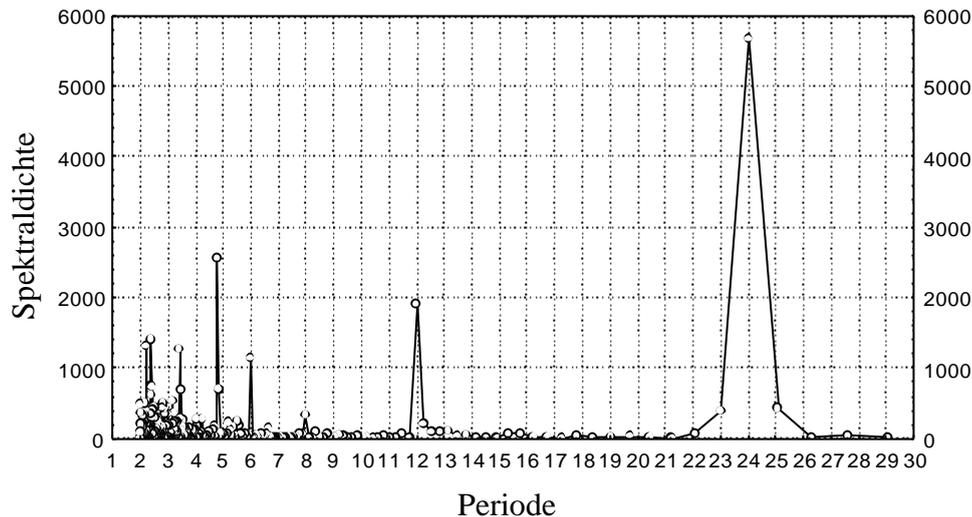


Abb. 24: Beispiel des Powerspektrums für den Futterverbrauch pro Stunde (g) eines H-Tieres über den gesamten Versuchszeitraum

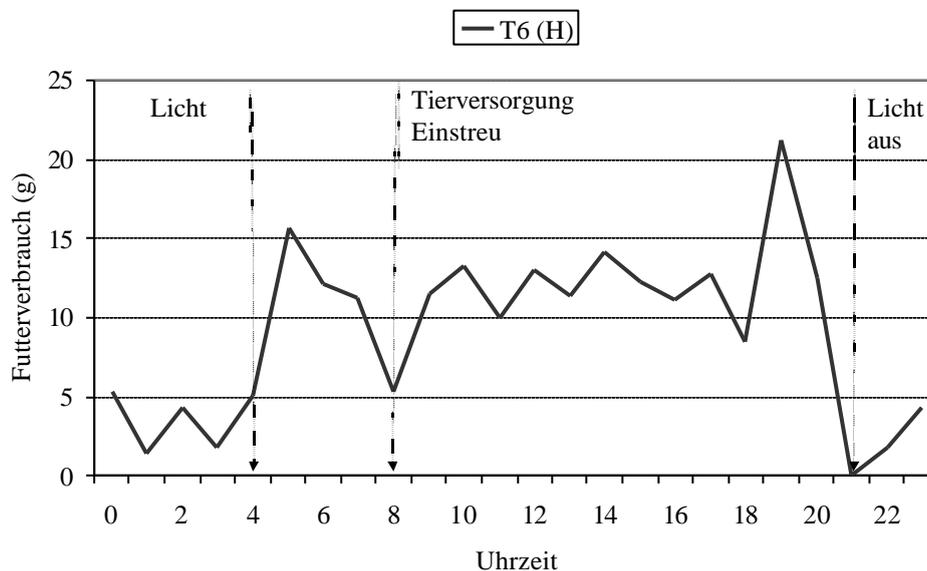


Abb. 25: Mittlerer Futterverbrauch pro Stunde (g) des in Abb. 24 dargestellten H-Tieres über den gesamten Versuchszeitraum

In Abb. 24 ist das Powerspektrum eines H-Tieres abgebildet. Daraus können die Rhythmen abgelesen werden, die dem Fressen unterliegen. Peaks im Bereich der Perioden 4,8; 6; 12 und 24 sind deutlich zu erkennen. Da es sich bei den Daten um Summenwerte pro Stunde handel-

te, ist die Periodenlänge mit Stundenwerten gleichzusetzen. In Abb. 25 wurde für den selben Datensatz der Verlauf der Futteraufnahme über den Tag als Stundenmittelwerte des Futterverbrauchs dargestellt. Zu sehen ist eine biphasische Futteraufnahme, mit einer erhöhten Futteraufnahme in der ersten Stunde der Lichtperiode und dem Tagesmaximum 2 h vor der Dunkelperiode. Die Futteraufnahme während der Dunkelphase war auf einem allgemein geringeren Niveau als während der Beleuchtungsperiode. Während und nach der Zeit der Tierversorgung (ca. 7.30-8.00 Uhr), bei der frisches Stroh nachgestreut wurde, lag die Futteraufnahme auf sehr geringem Niveau. Weiterhin war interessant, daß von dem dargestellten Tier nicht einmal während der 23 Tage dauernden Versuchsphase, Futter in der ersten Stunde der Dunkelperiode zu sich genommen wurde.

Der eben dargestellte Verlauf beschreibt auch recht genau die mittlere Futteraufnahme pro Stunde über den Tag für die ganze Gruppe der H-Tiere (Abb. 26)

Der Verlauf der Futteraufnahme beim Freßtyp L ist recht ähnlich. Die Unterschiede bestehen in einem stärker ausgeprägten Maximum zu Beginn der Lichtperiode und einem Fehlen des Maximums am Ende der Lichtperiode.

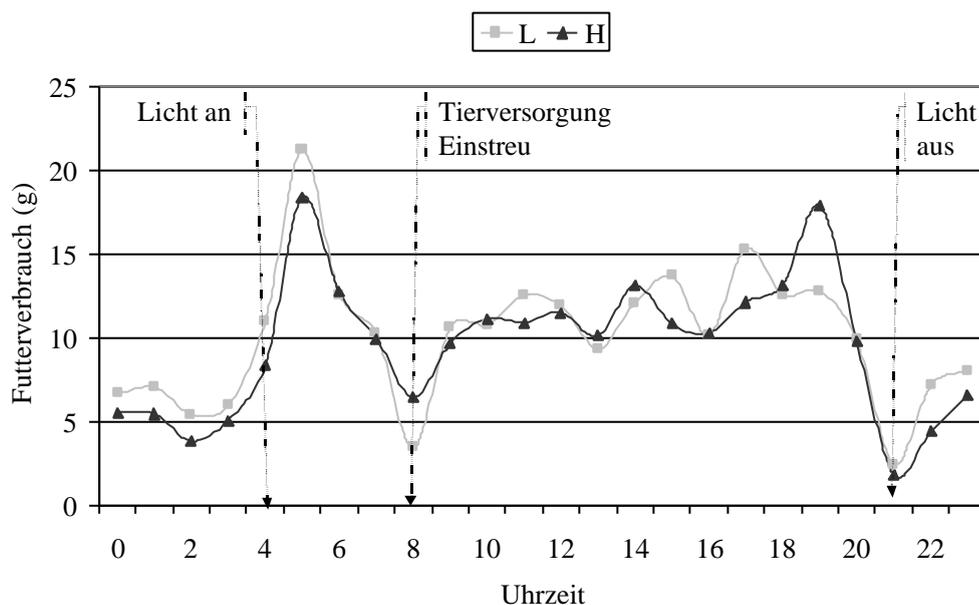


Abb. 26: Mittlerer Futterverbrauch pro Stunde (g) über den gesamten Versuchszeitraum - pro Freßtyp (H, L) gepoolt, (Linien geglättet)

Da nahezu alle Tiere eine Vielzahl von Rhythmen im Bereich von 2-4 h aufwiesen, wurde hier auf die Darstellung verzichtet. Ansonsten wurden die am häufigsten vorkommenden Rhythmen dargestellt.

Tab. 14 vergleicht die vorgefundenen Rhythmen in den einzelnen Lebenswochen bei den Freßtypen H und L. Generell ist zu sagen, daß Rhythmik häufiger bei H-Tieren festgestellt wurde als bei L-Tieren.

Rhythmen von 4,8 Stunden blieben über die Lebenswochen innerhalb der Freßtypen auf ähnlichem Niveau, traten aber bei 6-8 H-Tieren und nur bei 2-4 L-Tieren auf.

Rhythmen von 6 Stunden wurden bei älteren Tieren häufiger festgestellt als bei jüngeren. In Lebenswoche 4 zeigten 4 H-Tiere diesen Rhythmus, aber kein L-Tier. In den Lebenswochen 5 und 6 waren kaum Unterschiede zwischen den Freßtypen, und so wurde in Lebenswoche 6 bei je 7 der Tiere eines Freßtyps ein 6 Stunden-Rhythmus festgestellt.

Rhythmen von 8 Stunden kamen selten vor.

12 Stunden-Rhythmen wurden in Lebenswoche 4 am häufigsten und in Lebenswoche 5 am seltensten gefunden. Beim Freßtyp H konnte bei 6-10 Tieren eine 12 Stunden-Rhythmik gefunden werden. Beim Freßtyp L traf dies auf 2-8 Tiere zu.

24 Stunden-Rhythmen gingen mit dem Alter zurück. So zeigten in der 4. Lebenswoche 9 H-Tiere und 6 L-Tiere einen derartigen Rhythmus. In Lebenswoche 6 traf dies nur noch auf 6 H-Enten, und auf 3 L-Enten zu.

Tab. 14: Anzahl Tiere mit Rhythmik in der Futteraufnahme in Abhängigkeit von Rhythmisdauer, Freßtyp (H, L) und Altersstufe Lebenswoche 4 bis 6

Rhythmus	H			L		
	Lebenswoche 4	Lebenswoche 5	Lebenswoche 6	Lebenswoche 4	Lebenswoche 5	Lebenswoche 6
4,8 h	6	8	6	2	4	3
6 h	4	4	7	0	3	7
8 h	1	1	2	0	0	1
12 h	10	6	8	8	2	4
24 h	9	8	6	6	2	3

Tab. 15 vergleicht die vorgefundenen Rhythmen über den gesamten Erfassungszeitraum bei den Freßtypen H und L.

Aufgrund der größeren Anzahl von Tagen und somit auch der Stundenwerte des Futterverbrauchs (n=552 Stundenwerte) bei der Analyse über den gesamten Erfassungszeitraum g-

genüber der Analyse pro Lebenswoche (n=168 Stundenwerte), erhöht sich auch die Genauigkeit der Analyse. Dies erklärt auch, daß bei der Analyse über den gesamten Zeitraum, bei mehr Tieren Rhythmen gefunden werden können als bei der Betrachtung pro Lebenswoche. So lag z. B. bei der Analyse innerhalb einer Lebenswoche die maximal gefundene Anzahl L-Tiere mit einem 6 Stunden-Rhythmus bei 7 (Lebenswoche 6). Bei der Analyse über den gesamten Zeitraum konnte ein 6 Stunden-Rhythmus aber bei 9 L-Tieren festgestellt werden.

Generell ist wie schon bei der Betrachtung pro Lebenswoche zu sagen, daß Rhythmik häufiger bei Tieren des H-Freßtyps festgestellt wurde als bei L-Tieren.

So konnten bei allen L-Tieren 12- und 24 Stunden-Rhythmen und bei 8 H-Tieren 4,8- und 6 Stunden-Rhythmen gefunden werden.

Die dominierenden Rhythmen bei den L-Tieren waren der 6 Stunden-Rhythmus (9 Tiere) sowie der 12 Stunden-Rhythmus (7 Tiere). 4,8- sowie 24 Stunden-Rhythmen wurden jeweils bei 4 L-Enten festgestellt.

8 Stunden-Rhythmen spielten bei beiden Freßtypen nur eine untergeordnete Rolle.

Tab. 15: Anzahl Tiere mit Rhythmik in der Futteraufnahme in Abhängigkeit von Rhythmusdauer und Freßtyp (H, L) in der Altersspanne Lebenswoche 4 bis 7

Rhythmus	Lebenswoche	
	4-7	
	H	L
4,8 h	8	4
6 h	8	9
8 h	2	1
12 h	10	7
24 h	10	4

4.3 Freßpausen

Der folgende Abschnitt beschäftigt sich mit der Verteilung der Freßpausen. Dabei werden Unterschiede in der Häufigkeit des Vorkommens von Pausenlängen, Aspekte des Freßtyps und des Alters gezeigt sowie eine Trennung von kurzen und langen Pausen dargestellt.

4.3.1 Häufigkeitsverteilung aller Pausen

Generell ist der Verlauf der relativen Häufigkeit von Pausendauern (Abb. 27) bei allen Freßtypen gleich. Auf einen erhöhten Anfangswert folgt ein Abflachen der Kurve, gefolgt von einem Wendepunkt (WP 1), der eine Pausenlänge darstellt, die relativ selten auftritt. Danach steigt die Kurve bis zu einem zweiten Wendepunkt (WP 2), der eine Zeiteinheit repräsentiert, bei der Pausen recht häufig vorkommen. Danach fällt die Kurve langsam ab.

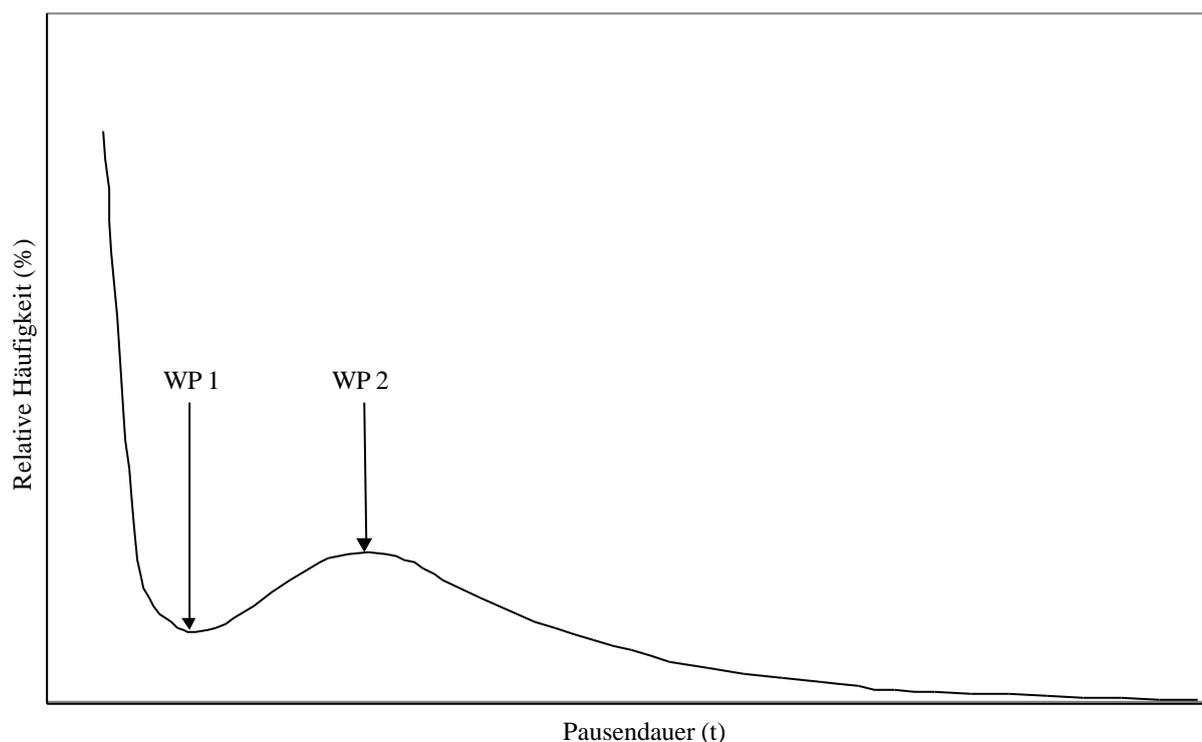


Abb. 27: Schematische Darstellung der relativen Häufigkeiten von Pausendauern mit den Wendepunkten WP 1 und WP 2

In Abb. 28 ist die Dauer aller Pausen pro Freßtyp in Form relativer Häufigkeiten mit einer Klassenbreite von 5 min (= 300 s) dargestellt. Als Datengrundlage diente Versuch 2 mit einer Anzahl von 30.697 Beobachtungen für den Freßtyp H, 13.296 für den Freßtyp L sowie 164.438 für den Freßtyp R.

Am Kurvenverlauf ist zu erkennen, daß eine Freßpause innerhalb der ersten 5 Minuten häufig durch eine erneute Freßphase beendet wurde. So lag die relative Häufigkeit von Pausen mit einer Dauer von bis zu 5 Minuten bei 31,7 % beim H-Freßtyp, bei 15,1 % beim L-Freßtyp und bei 20,3 % beim R-Freßtyp. Auf die anfängliche Häufung trat bei allen Freßtypen bei einer

Pausenlänge von 35 min ein Minimum und somit ein Wendepunkt (WP 1) im Kurvenverlauf auf. Die längste Freßpause zwischen zwei Mahlzeiten dauerte 850 Minuten (14 h und 10 min). Die meisten Freßpausen waren aber nicht länger als 300 min (5 h). So lagen 99,4 % der Pausen beim Freßtyp H, 95,8 % der Pausen beim Freßtyp L und 98,5 % der Pausen beim Freßtyp R in diesem Bereich.

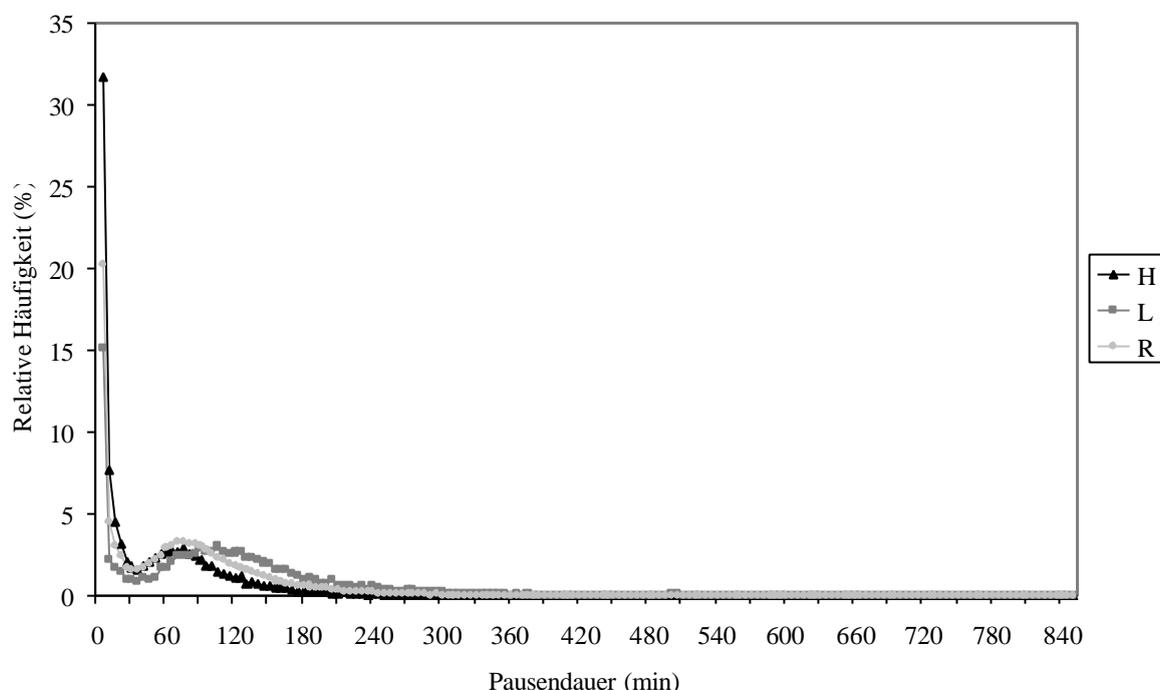


Abb. 28: Vergleich der relativen Häufigkeit der Pausendauer in Abhängigkeit des Freßtyps (H, L, R) bei einer Klassenbreite von 5 min in Versuch 2

4.3.2 Häufigkeitsverteilung von Pausen mit einer Dauer bis 300 s

Da die größte Häufung der Pausendauer innerhalb der ersten 5 Minuten vorlag, soll diese nun genauer dargestellt werden, da hier nach einem Zeitkriterium gesucht werden kann, das Pausen innerhalb von Mahlzeiten von Pausen zwischen Mahlzeiten trennt. Für die Darstellung wurden alle Pausen mit einer maximalen Dauer von 5 min (300 s) von der 4. bis zur 7. Lebenswoche als Kurve der kumulierten relativen Häufigkeit gezeigt. Es wurde die Darstellung der kumulierten Häufigkeit gewählt, da mit einer Klassenbreite von 1 s das genaueste Zeitraster verwendet wurde, das aufgrund der Datenerfassung möglich war. Die Darstellung der kumulierten Häufigkeit hat hierbei den Vorteil gegenüber der Darstellung als relative Häufigkeit, daß die Kurve bei nahezu gleichem Kurvenverlauf einen glatteren Verlauf nimmt, da durch die rückwärtige Kumulierung der Folgewert nur kleiner oder gleich dem vorhergehenden Wert sein kann.

Beim Vergleich der Häufung von Pausenlängen an den Lebenstagen 21-45 zwischen den Versuchen 1 und 2 (Abb. 29), sind deutliche Unterschiede im Kurvenverlauf zu erkennen.

So fällt die Kurve bei Versuch 1 bis zu einer Pausenlänge von ca. 60 s konstant ab. Bis zu diesem Zeitpunkt wurden 75 % aller Pausen bis zu einer Pausendauer von 5 min durch eine erneute Futteraufnahme beendet. Danach ist ein langsames Abflachen der Kurve zu beobachten. Eine erneute Futteraufnahme und somit eine Beendigung einer Pause im Bereich von 2-5 min, ist nur noch bei 10 % der Fälle zu beobachten. Ein eng begrenzter Wendepunkt im Kurvenverlauf, ist nicht zu erkennen.

In Versuch 2 wurden ca. 60 % der Pausen nach bis zu 30 s durch eine erneute Futteraufnahme unterbrochen. Dies bewirkt einen starken Abfall des Kurvenverlaufs bis 30 s Pausendauer. Ab 40 s ist nur noch ein stetes leichtes Abfallen des Kurvenverlaufs zu beobachten. So hatten noch 10 % aller Pausen bis zu einer Pausenlänge von 5 min eine Dauer von mindestens 4 min (240 s).

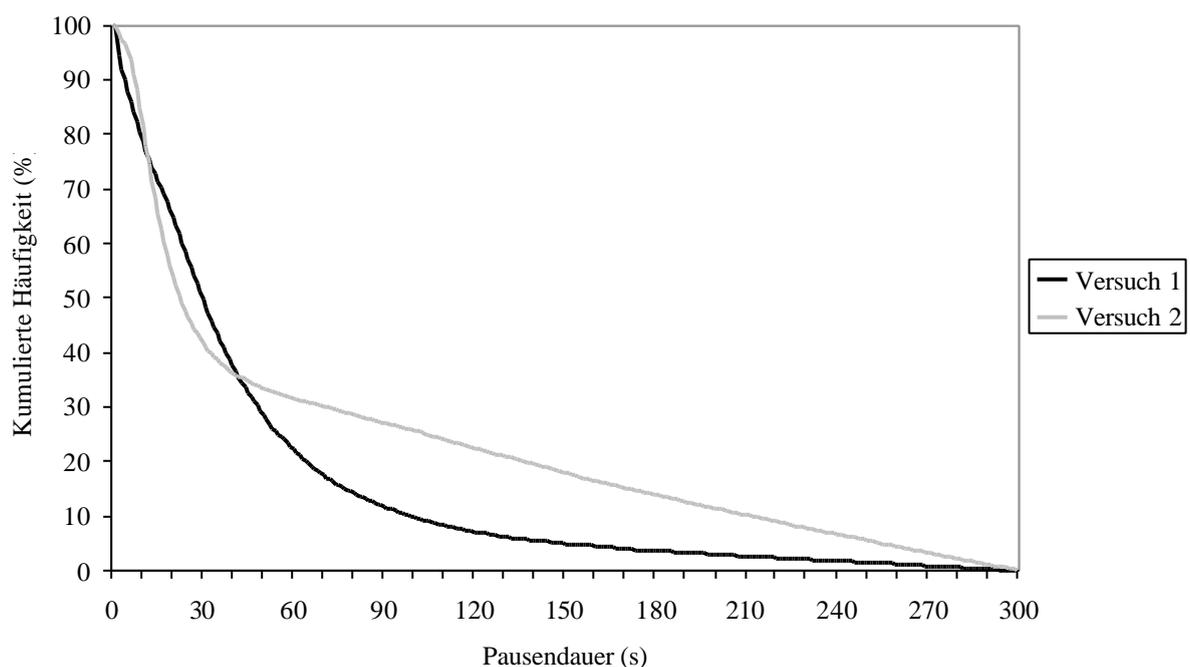


Abb. 29: Kumulierte Häufigkeit der Pausendauer bis 300 s in den Versuchen 1 und 2 bei einer Klassenbreite von 1 s

Auch beim Vergleich der kumulierten Pausenhäufigkeiten der Freßtypen H und L (Abb. 30) in Versuch 2, sind Unterschiede im Kurvenverlauf zu sehen. So fällt die Kurve der H-Enten bis ca. 30 s steil ab. Bis dorthin folgte in ca. 60 % der Fälle eine erneute Futteraufnahme. Danach erfolgt ein flacher Kurvenverlauf.

Bei den L-Enten wurden dagegen etwa 70 % der Pausen nach 40 s beendet. Erst ab diesem Zeitpunkt nimmt die Kurve dann einen flachen Verlauf an.

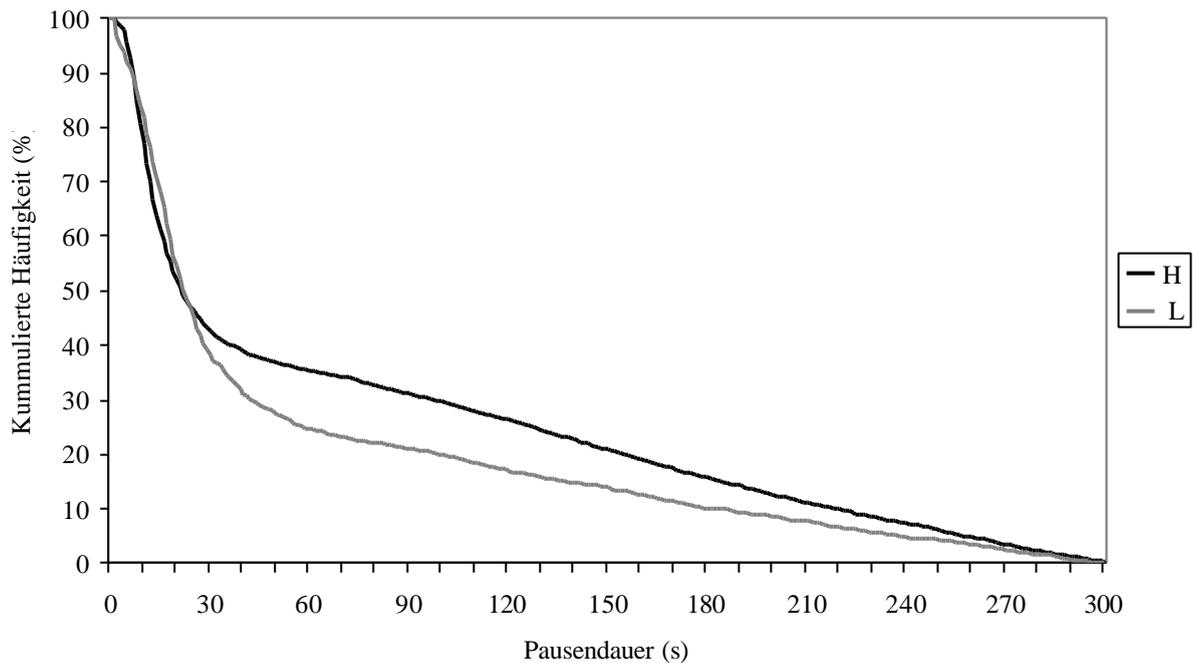


Abb. 30: Kumulierte Häufigkeit der Pausendauer bis 300 s in Abhängigkeit des Freßtyps (H, L) bei einer Klassenbreite von 1 s in Versuch 2

4.3.3 Häufigkeitsverteilung von Pausen mit einer Dauer über 300 s

Abb. 31 zeigt für die unterschiedlichen Freßtypen die Verteilung der Häufung von Pausendauern im Bereich von über 5 min bis zu einer Pausendauer von 300 min (5 h) bei einer Klassenbreite von 5 min. Abzüglich der Pausen unter 300 s sind dies beim Freßtyp H 67,7 %, beim Freßtyp L 80,7 % und beim Freßtyp R 78,2 % aller aufgetretenen Pausen.

Generell ist der Kurvenverlauf bei allen Freßtypen gleich. Dennoch sind Unterschiede im Kurvenverlauf zwischen den Freßtypen offensichtlich. So hatten bei den H-Enten ca. 8 % aller Pausen eine Dauer von 5-10 min. Bei den Freßtypen L und R waren dies nur etwa 2 % bzw. 4,5 %. Bei Pausenlängen von 30-40 min, waren bei allen Freßtypen Minima im Kurvenverlauf zu beobachten. Pausenlängen dieser Größe traten somit am seltensten auf.

Beim Freßtyp H war ab 40 min ein Ansteigen der Kurve zu beobachten. Pausenlängen von 65-75 min traten am häufigsten auf. Danach ist ein Abfallen der Kurve zu beobachten.

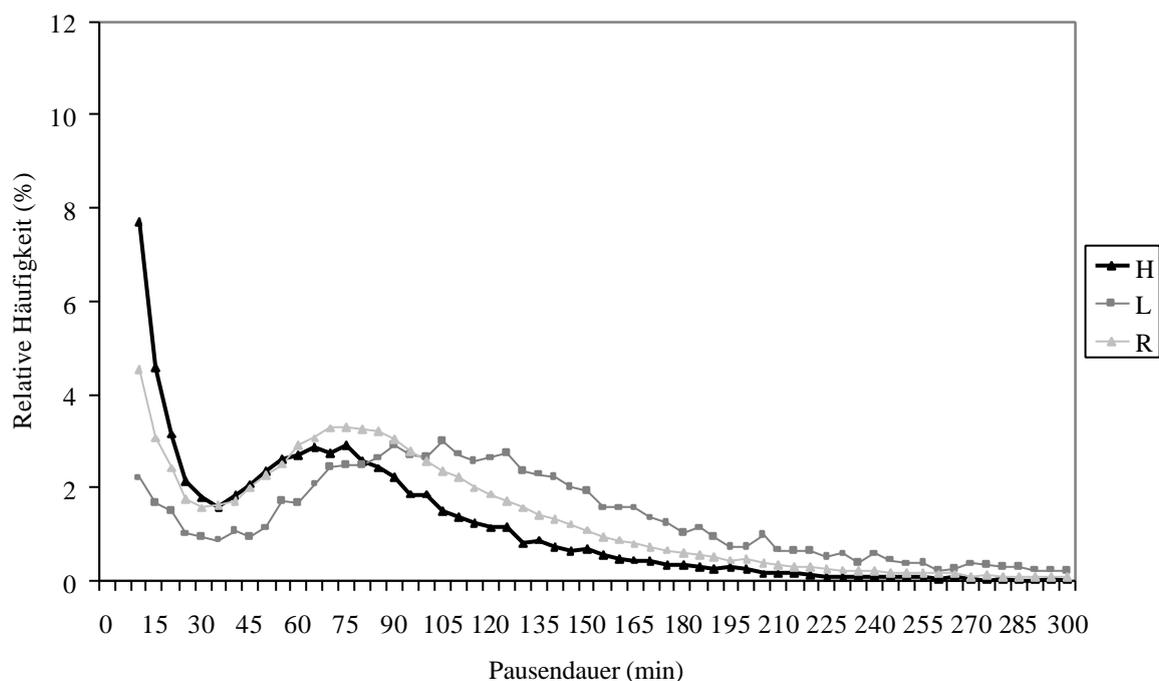


Abb. 31: Vergleich der relativen Häufigkeit der Pausendauer mit einer Länge von über 5 min bis 300 min in Abhängigkeit des Freßtyps (H, L, R) bei einer Klassenbreite von 5 min in Versuch 2

Beim Freßtyp L bewegte sich die Pausenhäufigkeit im Bereich von 35 min auf 50 min auf recht niedrigem Niveau. Danach war ein langsamer Anstieg der Häufung von Pausen zu beobachten. Die meisten Pausen waren in einer recht großen Zeitspanne von 90-130 min vertreten.

Beim Freßtyp R war wie bei Freßtyp H ein Anstieg der Pausenhäufigkeit ab einer Dauer von 40 min zu beobachten. Ein Maximum im Kurvenverlauf war im Bereich von 70-85 min zu finden.

Betrachtet man die wochenweise Entwicklung der Pausendauern (Abb. 32) für die Freßtypen H und L, so waren stets Unterschiede im Pausenverhalten zu beobachten.

In Lebenswoche 4 war beim Freßtyp H ein Rückgang der Häufigkeit von Pausen bis zu einer Dauer von 35 min zu beobachten. Von diesem Zeitpunkt an, nahm die Pausenhäufigkeit wieder zu und erreichte bei 65 min ein Maximum im Kurvenverlauf. Danach fiel die Kurve ab und so hatten nur 5 % der Pausen eine Dauer von über 120 min. Auch beim Freßtyp L sank die Häufigkeit von Pausen bis zu einer Pausendauer von 35 min. Ab einer Dauer von 45 min war dann ein Ansteigen der Häufigkeit von Pausen zu sehen. Pausen von 90 min traten in 4 % aller Fälle auf, danach war ein Rückgang der Pausenhäufigkeit zu beobachten. Pausen mit einer Dauer von mehr als 120 min traten noch in 17 % der Fälle auf. Pausen mit einer Dauer von mehr als 180 min waren selten (5 %).

In Lebenswoche 5 war bei H-Tieren wiederum ein Rückgang in der Häufigkeit von Pausen im Bereich von 10 min bis 35 min zu erkennen. Danach nimmt die Häufigkeit wieder zu, und so wurden im Bereich von 60 min bis 80 min die häufigsten längeren Pausen festgestellt. Pausen über 2 h wurden im Vergleich zur Vorwoche vermehrt gefunden, aber nur 5 % der Pausen waren länger als 150 min. Bei den L-Tieren war die Häufigkeit von Pausen bis zu 60 min recht gering. Gehäuft traten Pausen mit einer Dauer von 105 min bis 145 min auf. Danach sank die Häufigkeit. Pausen über 240 min traten nur noch zu 5 % auf.

In den Lebenswochen 6 und 7 waren tendenziell die gleichen Kurvenverläufe zu beobachten. Im Vergleich zu den jüngeren Enten ging aber der relative Anteil kürzerer Pausen zurück und der längerer Pausen erhöhte sich.

Ergebnisse

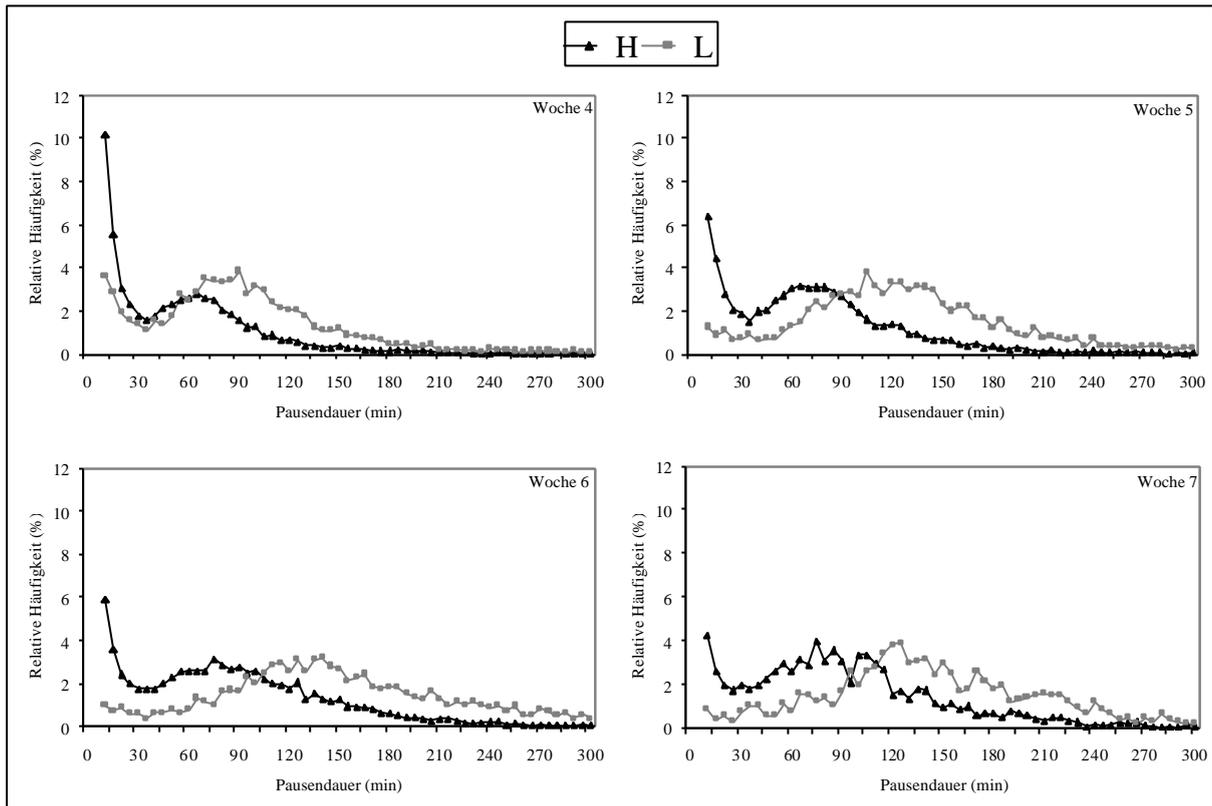


Abb. 32: Vergleich der relativen Häufigkeit der Pausendauer mit einer Länge von über 5 min bis zu 300 min in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L) und Alter (Lebenswoche 4-7) bei einer Klassenbreite von 5 min in Versuch 2

5 Diskussion

Individuelle Unterschiede im Muster der Futteraktivität, insbesondere in der Struktur der Mahlzeiten wurden bei verschiedenen Tieren beschrieben. DUNCAN et al. (1970) fanden bei Legehennen sehr große individuelle Unterschiede in der Anzahl von Mahlzeiten, wobei aber die untersuchten Tiere stark im Alter differierten. DE HAER und MERKS (1992) fanden bei Schweinen Tiere mit wenigen großen Mahlzeiten, welche sie als ‘meal eaters‘ bezeichneten und Tiere mit vielen kleinen Mahlzeiten, welche als ‘nibbler‘ bezeichnet wurden.

In den vorliegenden Versuchen 1 und 2 wurden für die vergleichbaren Altersabschnitte ähnliche Ergebnisse hinsichtlich der Anzahl an Mahlzeiten festgestellt. Allerdings lag die Anzahl Mahlzeiten pro Tag bei Versuch 2 generell auf einem etwas niedrigeren Niveau. Diese Unterschiede sind vor allem in der 6. und 7. Lebenswoche zu erkennen. Eine mögliche Ursache dafür könnten die unterschiedlichen Entfernungen (Versuch 1 ca. 1 m, Versuch 2 ca. 5 m) zwischen Trog und Freßplatz sein. REITER und LAUBE (1994) stellten zwar keine Unterschiede in der Häufigkeit des Wechsels zwischen Futter und Wasser bei Enten in Abhängigkeit von der Entfernung fest, verglichen aber nur Distanzen von 0,2 m und 1,5 m. Bei Broilern dagegen fanden REITER und BESSEI (1996) Unterschiede in der Anzahl des Wechsels zwischen Futter und Wasser, die für eine solche Theorie sprechen könnten. So wurden bei einer Distanz von 12 m zwischen Futtertrog und Tränke stets geringere Wechsel zwischen Futter und Wasser festgestellt als bei einer Distanz von 2 m. Weiter war auch ein Effekt des Alters zu erkennen. So traten in der dritten Lebenswoche durchschnittlich 1,9 Wechsel bei 2 m Abstand und 1,3 Wechsel bei 12 m Abstand auf. In Lebenswoche 5 fanden durchschnittlich 1 Wechsel beim Abstand von 2 m bzw. 0,3 Wechsel beim Abstand von 12 m statt.

Angaben von REITER (1997), bei denen 12-18 Mahlzeiten bei Enten täglich angegeben sind, stimmen in etwa mit der vorliegenden Untersuchung mit den Angaben für die Freßtypen L und R in den Lebenswochen 5-7 überein.

Ein Rückgang in der Anzahl von Mahlzeiten in Abhängigkeit des Alters war in den Lebenswochen 3 und 4 zu erkennen. Ab Lebenswoche 5 blieb das Niveau pro Freßtyp einheitlich. Auch bei Untersuchungen von BARBATO et al. (1980) mit Hühnern wurden wenige Unterschiede in der Anzahl Mahlzeiten an den Lebenstagen 28-29 verglichen mit der Anzahl an den Lebenstagen 49-50 gefunden. An den Lebenstagen 70-71 nahm die Anzahl Mahlzeiten dagegen weiter ab. Auch HSIA und WOOD-GUSH (1984) beschrieben bei Mastschweinen die Tendenz des Rückgangs in der Anzahl Mahlzeiten mit zunehmendem Alter. Untersuchungen von JENSEN et al. (1962) zeigten bei Puten keinen eindeutigen Trend in der Anzahl an Mahlzeiten zwischen Lebenstag 38 und 45, sowie bei Hühnern zwischen Lebenstag 21 und 28. Die

Zahl der untersuchten Tiere war aber mit jeweils 8 recht gering und auch die Anzahl Untersuchungstage mit 1 Tag pro Altersabschnitt, war nicht sehr hoch. Daher könnten tagesbedingte Schwankungen, die auch in der vorliegenden Untersuchung beobachtet wurden (vgl. Abb. 14 und Abb. 23), für den fehlenden Trend verantwortlich sein. PICARD et al. (1992) stellten bei Broilern in Gruppenhaltung eine geringere Anzahl Mahlzeiten fest als in Einzelhaltung. Dies wurde auch von DE HAER und MERKS (1992) sowie von DE HAER und DE VRIES (1993) bei Schweinen beschrieben. Da bei PICARD et al. (1992) aber die Tiere in Gruppenhaltung im Durchschnitt 5 Tage älter waren als bei der Einzelhaltung, war der Haltungseffekt mit dem Alterseffekt vermischt und somit der Rückgang in der Anzahl an Mahlzeiten nicht klar zuweisbar.

Daß weibliche Tiere in der 7. Lebenswoche signifikant weniger Mahlzeiten hatten als die männlichen, könnte durch die frühere Reife der Enten gegenüber der Erpel bedingt sein, da die Anzahl an Mahlzeiten mit zunehmendem Alter abnimmt. Bei Mastschweinen dagegen wurde von DE HAER und DE VRIES (1993) eine signifikant höhere Anzahl an Mahlzeiten von Sauen gegenüber Ebern beschrieben.

In der Mahlzeitendauer waren wiederum große Unterschiede zwischen den Freßtypen zu sehen, wobei L-Tiere stets die längsten und H-Tiere stets die kürzesten Mahlzeiten hatten. Die Unterschiede zwischen den Freßtypen waren immer signifikant, ausgenommen Versuch 1 in den Lebenswochen 6 und 7, in denen keine Unterschiede zwischen H- und R-Tieren gefunden wurden. REITER (1990) berichtet von durchschnittlichen Mahlzeitendauern bei Enten, welche deutlich länger waren als in der vorliegenden Untersuchung. In seinen Versuchen lag die Dauer bei 11 min, in der vorliegenden Untersuchung dagegen im Bereich von 20-100 s. Bei seiner Definition von Mahlzeiten wurden allerdings auch Pausen mit einer durchschnittlichen Dauer von 56 s mit eingerechnet. Somit kann man wohl eher die Einheit Freßphase (vgl. Abb. 1), wie sie vom Autor benannt wurde, für die aber keine Zeit angegeben wurde, mit einer Mahlzeit in der vorliegenden Arbeit vergleichen. Außerdem verwendete der Autor, im Gegensatz zu dieser Untersuchung, adulte Pekingenten mit einem Alter von 15-20 Lebenswochen. In der vorliegenden Untersuchung wurde mit dem Alter eine wöchentliche Steigerung der Mahlzeitendauer bei den Freßtypen H und R gefunden, wogegen L-Tiere die maximale Mahlzeitendauer schon in Lebenswoche 5 bzw. 6 erreichten. BARBATO et al. (1980) stellten ebenso einen Anstieg der Mahlzeitendauer bei Hühnern von Lebenstag 28-29 auf Lebenstag 49-50 fest. Bis Lebenstag 70-71 war die Dauer dann aber wieder rückläufig. Dies könnte auf eine andere Wachstumskurve der L-Tiere hindeuten, da bei diesen schon in Lebenswoche 5 bzw. 6 die maximale Mahlzeitendauer erreicht wurde, und die Dauer in Lebenswoche 7 wieder

rückläufig war. MURPHY und PRESTON (1988a) fanden keinen altersbedingten Trend in der Dauer der Mahlzeiten bei Broilern. In der Untersuchung wurden aber nur 40 einzelne Mahlzeiten zufällig ausgewählter Tiere erfaßt, und der Beobachtungszeitraum variierte in einem Bereich von 6 Stunden.

Auch bei der Mahlzeitengröße wurden stets signifikante Unterschiede zwischen den Freßtypen gefunden. Mit dem Alter nahm die Größe einer Mahlzeit zu, was auch von BARBATO et al. (1980) bei Untersuchungen mit vier Linien von Hühnern beschrieben wurde. JENSEN et al. (1962) dagegen beobachteten keinen einheitlichen Trend in der Entwicklung der Mahlzeitengröße mit zunehmendem Alter und berichten von gleichbleibenden bis steigenden Mahlzeitengrößen bei 8 Puten und 8 Hühnern.

Bei der Verzehrintensität wurde bei Versuch 1 ein signifikanter Unterschied in der 5. Lebenswoche zwischen den beiden extremen Freßtypen H und L gefunden, bei Versuch 2 fraß der Freßtyp H in den Lebenswochen 4 und 7 signifikant langsamer. Bis zur 6. Lebenswoche war ein Ansteigen der Verzehrintensität zu beobachten. In Lebenswoche 7 waren die Werte denen der Vorwoche sehr ähnlich. Auch HSIA und WOOD-GUSH (1984) beobachteten einen Anstieg in der Verzehrintensität bei wachsenden Schweinen.

Bei der Freßdauer pro Tag war insgesamt eine geringe Schwankungsbreite über alle Freßtypen und Altersstufen zu beobachten. In Lebenswoche 3 (Versuch 1) war die Freßdauer pro Tag mit ca. 20-22 min höher als im übrigen Versuchszeitraum. Dies ist wohl auf die geringere Schnabelgröße jüngerer Enten zurückzuführen. Ansonsten blieb die Freßdauer pro Tag mit etwa 10-15 min für die einzelnen Freßtypen mit dem Alter annähernd konstant. Auch bei Schweinen wurden gleichbleibende tägliche Freßdauern von HSIA und WOOD-GUSH (1984) beobachtet. Einen Rückgang der Freßdauer pro Tag fanden JENSEN et al. (1962) bei Puten von Lebenstag 38 auf 45 und bei Hühnern von Lebenstag 21 auf 28 sowie BARBATO et al. (1980) bei Hühnern von Lebenstag 28 auf 71.

Die Ergebnisse Freßdauer pro Tag in dieser Untersuchung sind kürzer als Angaben von REITER (1997), der für Fressen Werte von 5-10 % des Tages oder 72-144 min angibt. Mit neueren Angaben von 2 % (28 min) für das Fressen am Zeitbudget (REITER, 2000), stimmen die vorliegenden Ergebnisse (ca. 10-22 min = 0,7 %-1,5 %) dagegen besser überein.

Der Futterverbrauch pro Tag war bei Freßtyp L stets am höchsten und bei Freßtyp H am niedrigsten. Diese Unterschiede lassen sich auf die Unterschiede im Lebendgewicht der beiden Freßtypen zurückführen. Dies deckt sich mit Angaben von BARBATO et al. (1980) zum Futterverbrauch bei Hühnern, die auf hohes und geringes Körpergewicht selektiert worden waren. Die Ursache für den Unterschied im Futterverbrauch pro Tag zwischen beiden Versuchen

am Versuchsende, ist wahrscheinlich durch die Genetik bedingt, da Versuch 1 mit Masthybriden und Versuch 2 mit einer experimentellen Linie durchgeführt wurde. Weiterhin spielte auch die Temperatur bei den Unterschieden im Futterverbrauch pro Tag zwischen beiden Versuchen eine Rolle. So lag die Mindesttemperatur in Versuch 1 bei 20° C und in Versuch 2 bei 10° C.

Der auffällig hohe Futterverbrauch an Lebenstag 27 in Versuch 2 wurde gesondert überprüft. Dabei wurde festgestellt, daß alle Tiere in der ersten Stunde, nachdem sich die Beleuchtung anschaltete, eine große Menge an Futter zu sich nahmen. Die Ursache hierfür konnte aber nicht geklärt werden.

Beim Lebendgewicht waren Unterschiede zwischen den Freßtypen zu beobachten. H-Tiere waren dabei stets am leichtesten. So waren in Versuch 1 an den Lebenstagen 21, 28, 35 und 42 sowie in Versuch 2 an den Tagen 21 und 45 die Tiergewichte der H-Tiere signifikant geringer als bei den Freßtypen L und R. Der Grund hierfür könnte in einer anderen Wachstumskurve der H-Tiere liegen. Beim Vergleich zwischen den Versuchen wird der Unterschied deutlich. So waren die Gewichte der Tiere in Versuch 1 an Lebenstag 21 mit etwa 1350 g um fast 30 % höher als die Gewichte der Tiere in Versuch 2 (ca. 1050 g). In Versuch 1 waren die Tiere schon an Lebenstag 42 schwerer als die Tiere in Versuch 2 am 45. Lebenstag. Gründe hierfür sind durch die Genetik bedingt, da Versuch 1 mit Masthybriden und Versuch 2 mit einer experimentellen Linie durchgeführt wurde. Auch KLEMM und PINGEL (1992) berichten von weit auseinander liegenden Lebendgewichten bei Enten. Je nach Linie wurde im Alter von 48 und 49 Tagen ein Lebendgewicht von 2200 g bis 3930 g erzielt. Ein weiterer Grund könnte sein, daß der Versuch 1 nur mit Erpeln durchgeführt wurde, wogegen in Versuch 2 beide Geschlechter im Test waren. Unterschiede zwischen den Geschlechtern, wie sie HEIBENBERG (2000) in ihren Untersuchungen bei Enten an Lebenstag 49 feststellte, ließen sich in der vorliegenden Untersuchung (Versuch 2) bis Lebenstag 45 aber nicht bestätigen. Die von HEIBENBERG (2000) erzielten Lebendgewichte entsprechen in etwa denen in Versuch 1. Ältere Untersuchungen (KLEMM, 1986; PINGEL und TRETNER, 1987) beschreiben Gewichte im Bereich von 2500 g. Diese sind aber heute bedingt durch den Zuchtfortschritt überholt.

Der Tagesverlauf der Futteraufnahme zeigte bei den H-Tieren zwei ausgeprägte Maxima. Das erste trat zu Beginn der Beleuchtungsphase auf, das zweite lag 2 h vor der Dunkelperiode. REITER und LAUBE (1994) zeigten einen ähnlichen Verlauf der Futteraufnahme, jedoch lag bei ihrer Untersuchung das abendliche Maximum in der Dämmerphase nach Sonnen-

untergang. Interessanterweise lagen die beiden Maxima ebenso wie in der vorliegenden Untersuchung 15 h auseinander.

Damit ist der Verlauf im vorliegenden Versuch der Futteraufnahme-Aktivität von Legehennen (BESSEI, 1978), sowie von Broilern bei einem Lichtregime von 12 h Helligkeit zu 12 h Dunkelheit (SIEGEL et al., 1962) ähnlich. Mit einer neueren Untersuchung zur Futteraufnahmeaktivität bei Legehennen (BESSEI et al., 1999) stimmt der Verlauf in Hinsicht auf die zwei Maxima überein. Jedoch war bei den Legehennen die abendliche Futteraufnahmeaktivität wesentlich stärker ausgeprägt als die morgendliche.

Der Vergleich der Freßtypen L und H zeigte einen ähnlichen Kurvenverlauf der mittleren Futteraufnahme, jedoch war bei den L-Tieren kein ausgeprägtes Abendmaximum zu beobachten. PURBA-SIDADOLOG (1987) stellte bei schwereren Herkünften von Legehennen verglichen mit leichten Herkünften eine höhere Futteraufnahme am Morgen und eine geringere am Abend fest. Somit finden sich Übereinstimmungen zum Kurvenverlauf der L- und H-Tiere in der vorliegenden Untersuchung, da L-Tiere schwerer waren als H-Tiere.

Die Rhythmusanalyse ergab eine generell stärker ausgeprägte Rhythmik der Futteraufnahme bei den H-Tieren verglichen mit den L-Tieren. In der vorliegenden Untersuchung traten bei der Futteraufnahme Rhythmen mit Längen von 4,8; 6; 8; 12 und 24 h gehäuft auf. Weiter wurde eine Vielzahl an Rhythmen zwischen 2 und 4 h gefunden. Eine ähnliche Beobachtung bei Enten machten auch REITER und LAUBE (1994), die in ihren Untersuchungen einen Rhythmus von 2,4 h vorfanden. Dieser hob sich in der vorliegenden Untersuchung nicht deutlich hervor, was daran liegen könnte, daß Rhythmen exogenen Faktoren (z. B. Temperatur) unterliegen (REITER und LAUBE, 1994). Weiter wurde in ihrer Untersuchung ein 24 h-Rhythmus gefunden, wie er auch in der vorliegenden Untersuchung vorhanden war. Die Entwicklung des 24 h-Rhythmus wurde durch das in der vorliegenden Untersuchung verwendete Lichtregime (17 hell : 7 dunkel) bedingt. Nach BESSEI (1992, 2001) bewirkt bei Hühnern eine ausgedehnte Dunkelphase die Ausprägung einer Tagesrhythmik in der Futteraufnahme.

Für die Analyse der Futteraufnahme hinsichtlich der Bestimmung eines Mahlzeitenkriteriums, stellte sich die Spektralanalyse im vorliegenden Fall allerdings als ungeeignet heraus. Der Grund hierfür war vor allem in der Erfassung der Daten begründet. So wurde bei diesem Erfassungssystem die Anfangs- und Endzeit eines Besuchs im Futterstand aufgezeichnet. Für die Analyse mit einer Fast Fourier Transformation ist aber ein kontinuierlicher Datensatz notwendig. So wurden für die vorliegende Untersuchung nur die Summenwerte pro Stunde ermittelt. Damit konnten aber nur Rhythmen in diesem Bereich identifiziert werden. Das Ra-

ster war somit zur Analyse eventueller rhythmischer Vorgänge im Bereich der Mahlzeiten (s oder min) zu grob.

In der vorliegenden Untersuchung wurden Freßpausenzlängen von 1 s bis 850 min vorgefunden. Um die Gesamtheit aller gemessenen Pausen graphisch darzustellen wurden die Daten in Klassen mit einer Klassenbreite von 5 min zusammengefaßt. Die Darstellung erfolgte, aufgeteilt nach Freßtypen, als Verteilung der relativen Häufigkeit von Pausendauern. Dabei zeigte sich, daß sehr viele Pausen eine kurze Dauer hatten. Da die meisten Pausen in der Klasse bis 5 min lagen, wurde diese genauer betrachtet, um dort nach einem Mahlzeitenkriterium zu suchen. Für die Betrachtung wurde die größtmögliche Genauigkeit zugrunde gelegt, welche in der vorliegenden Untersuchung 1 s betrug. CLIFTON (1979) benutzte in seinen Untersuchungen ein Raster von 10 s. Dies war ein Kompromiß zwischen der Genauigkeit der Erfassung von Futteraufnahmeverhalten und der durch den Papiervorschub des Linienschreibers anfallenden Papiermenge, die ausgewertet werden konnte. SLATER (1974) erfaßte Futteraufnahmeverhalten bei Zebrafinken in einem Zeitraster von 20 s. Die sekundengenaue Darstellung der Pausen bis 5 min wurde bei der vorliegenden Untersuchung gewählt, um nicht durch die Auswahl der Klassenbreite ein künstliches Mahlzeitenkriterium zu schaffen. Diese künstlichen Mahlzeitenkriterien durch die Auswahl der Klassenbreite kann man in der Literatur finden. So bestimmten DUNCAN et al. (1970) ein Mahlzeitenkriterium von 2 min für Legehennen. Die Klassenbreite ihrer erfaßten Daten betrug aber 2 min und somit konnten kürzere Kriterien gar nicht bestimmt werden. Auch METZ (1975) verwendete bei seinen Untersuchungen an Kühen nur Pausenzlängen von mehr als 4 Minuten bei einer Klassenbreite von 4 Minuten. Da aber die Häufigkeit kurzer Pausen generell sehr hoch ist (s. Abb. 3), steigt bei solchen zeitlich weit gefaßten Formen der Zusammenfassung die Häufung kürzerer Pausen stark an. Eine logarithmische Darstellung der Häufigkeit von Pausendauern bietet sich daher an, um die Kurve zu stauchen. Somit können auch Kurvenverläufe mit großen Unterschieden zwischen den Ordinatenwerten in einem Diagramm dargestellt werden. Auch DUNCAN et al. (1970) erzielten bei ihrer Darstellung, mit dem Schneiden der Achsen einen ähnlichen Erfolg. Da in der vorliegenden Untersuchung die Pausenhäufigkeiten mit einer sehr geringen Klassenbreite von 1 s dargestellt wurden, war aus Log Survivorship Funktionen (FAGEN und YOUNG, 1978; SLATER und LESTER, 1982) wenig abzulesen. Aus diesem Grund wurde auf eine logarithmische Darstellung verzichtet und die Darstellung der kumulierten relativen Häufigkeit gewählt. Diese Darstellung hatte gegenüber der Darstellung als relative Häufigkeit (Pausen über 300 s) den Vorteil, daß die Kurve einen glatteren Verlauf annimmt. Dies ergibt sich daraus, daß durch

die rückwärtige Kumulierung (vgl. Abb. 2), der Folgewert nur kleiner oder gleich groß sein kann.

In vielen Untersuchungen wurden die Mahlzeitenkriterien für jedes einzelne der untersuchten Tiere bestimmt (z. B. DUNCAN et al., 1970; SLATER, 1974; METZ, 1975; CLIFTON, 1979). Dabei wurden aber nur wenige Tiere über kurze Erfassungszeiträume untersucht. Angesichts der großen Anzahl von Tieren, die in der vorliegenden Untersuchung durchgängig über einen Zeitraum von 36 bzw. 25 Tagen gemessen wurden, wurde auf Festlegung von Pausenintervallen für Individuen verzichtet. Statt dessen wurden die Pausendauern, ähnlich wie in Untersuchungen von FORBES et al. (1986), DADO und ALLEN (1993) sowie ROOK und HUCKLE (1997), gruppenweise dargestellt, wobei die Gruppierung nach Versuch bzw. nach unterschiedlichen Freßtypen erfolgte. Beim Vergleich der Pausendauern in beiden Versuchen wurden unterschiedliche Verteilungen festgestellt. So war in Versuch 1 ein Abflachen des Kurvenverlaufs bei etwa 60 s zu sehen, ein deutlicher Knick lag aber nicht vor. Bei Versuch 2 dagegen, war der Unterschied im Kurvenverlauf vor und nach 30 s recht deutlich. Des Weiteren gab es Unterschiede in der Anzahl von Pausen, die innerhalb solcher Kriterien lagen. So waren nur 25 % der Pausen in Versuch 1 über 60 s, aber 40 % in Versuch 2 über 30 s (s. Abb. 29). Das bedeutet, daß in Versuch 1 weniger Pausen mit einer Dauer über 1 min vorlagen als in Versuch 2. Ein Grund hierfür könnte der kurze Abstand zur Tränke in Versuch 1 gewesen sein. So ist es denkbar, daß in einem gewissen Umfang schnelle Wechsel zwischen Futter und Wasser vorkamen. Ein anderer Faktor könnten die unterschiedlichen Platzverhältnisse zwischen den Versuchen 1 und 2 gewesen sein. Lag der maximale Abstand der Tränke zum Freßstand in Versuch 1 bei etwa 2 m, lag er in Versuch 2 bei etwa 6 m, was einen höheren Aufwand für die Tiere bedeutet. Somit konnten die Tiere in Versuch 1 nach einer Wasseraufnahme recht einfach erneut zum Futtertrog gehen, während die Tiere in Versuch 2 eine relativ große Strecke zurücklegen mußten. Für diese Theorie spricht auch die höhere Anzahl an Mahlzeiten pro Tag in Versuch 1. So zeigte SAVORY (1989) bei Legehennen mit operanter Fütterung, daß die Anzahl an Mahlzeiten pro Tag deutlich absinkt, wenn der „Aufwand“, d. h. die benötigte Anzahl an Pickschlägen gegen die Scheibe zum Öffnen des Zugangs zum Futtertrog, erhöht wird. Somit könnte die höhere Anzahl von Mahlzeiten in Versuch 1 aufgrund zufälliger Mahlzeiten, wie sie von SAVORY (1989) bezeichnet wurden, entstanden sein.

Für den Vergleich der extremen Freßtypen H und L zeigten sich ähnliche Tendenzen wie beim Vergleich der beiden Versuche miteinander. So wurde bei den H-Tieren eine relativ deutliche Trennung bei 30 s gefunden, die prozentual weniger kurze Pausen beinhaltet als die 40 s, die bei den L-Tieren gefunden wurden (s. Abb. 30).

Diese, in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Werte von 30-60 s (die als Mahlzeitenkriterium hätten definiert werden können) sind in etwa vergleichbar mit Mahlzeitenkriterien für andere Geflügelarten: PICARD et al. (1992) mit 30-110 s für Broiler, CLIFTON (1979) mit 40-70 s für Legehennen, SAVORY (1980) mit 36 s (0,6 min) für Wachteln sowie SLATER (1974) mit 20-80 s bei Zebrafinken. Mit dem Mahlzeitenkriterium von 4,9 min, das REITER und LAUBE (1994) für Enten bestimmten, wurde allerdings keine Übereinstimmung gefunden. Der Grund für diese Diskrepanz kann allerdings nicht evaluiert werden, da in der Untersuchung von den Autoren keine genaueren Angaben zur Datenerhebung gemacht wurden.

Da Enten nur sehr wenig Zeit mit Fressen verbringen (etwa 10-20 min pro Tag) und damit auch deutlich kürzer fressen als anderes Geflügel (Broiler: 150-180 min (PICARD et al., 1992), Legehennen: 615-949 min (FUJITA, 1973)) und andere Tierarten (Kühe: 248-392 min (METZ, 1975), 376-382 min (FRANCKE, 1990), 300 min (DADO und ALLEN, 1994); Schweine: 64-84 min (DEHAER und MERKS, 1992) 62,5-83,2 min (DEHAER und DE VRIES, 1993)), gibt es bei Enten 1420-1430 min pro Tag, in denen nicht gefressen wird. Da diese Zeit durch eine alleinige Definition eines Mahlzeitenkriteriums nur unzureichend beschrieben wird, wurden diese Pausen näher betrachtet. Längere Pausen sind bei der Suche nach einem Mahlzeitenkriterium in Log Survivorship Funktionen oder Log Frequency Funktionen aufgrund ihrer breiteren zeitlichen Streuung und der damit verbundenen recht geringen Häufigkeit, nicht zu erkennen. Deshalb wurde für die Darstellung die Form der relativen Häufigkeit gewählt. Dabei war zu sehen, daß die einzelnen Freßtypen Unterschiede in der Häufung von Pausendauern zeigten. So hatten die längeren Pausen der H-Tiere in den meisten Fällen eine Dauer von 65-75 min, wohingegen L-Tiere in den meisten Fällen 90-135 min pausierten. Dies spricht für unterschiedliche Stukturen der Futteraufnahme zwischen den Freßtypen.

Aus der Häufung der Pausendauern läßt sich auch eine Begründung für die Ergebnisse der Spektralanalyse ableiten. Die Vielzahl an Peaks im Bereich von 2-4 h läßt sich durch die Breite der Verteilung von Häufigkeiten in der Pausenlänge erklären. Die im stärkeren Maße ausgeprägte Rhythmik der H-Tiere könnte durch die recht klar ausgeprägte Pausenstruktur mit Pausen von 35-120 min verantwortlich sein. L-Tiere zeigten dagegen ein sehr breites zeitliches Spektrum an Pausen mit Längen von 60-240 min, was zu einer verminderten Rhythmik führt.

Ein Alterseffekt auf die Dauer der Pausen war nur zwischen Lebenswoche 4 und 5 deutlich erkennbar, indem sich die Pausen insgesamt verlängerten. Ab Lebenswoche 5 zeigte sich innerhalb der Freßtypen eine nahezu gleichbleibende Verteilung der Häufigkeit der Pausendauer.

ern. Dies spricht dafür, daß sich die Freßtypen in ihrer Struktur, Futter aufzunehmen, unterscheiden und gegen eine Theorie, daß die Unterschiede der Pausendauern das Ergebnis eines langsameren Wachstumsverlaufs waren, wie man bei der Betrachtung der Lebendgewichte annehmen könnte.

Angaben zu den längeren Pausen bei Geflügel in der Literatur sind rar. Der Grund für diese Nichtbeachtung liegt dabei sehr wahrscheinlich an den kurzen Zeiten der Beobachtung. So fallen längere Pausen, aufgrund ihrer weiten zeitlichen Streuung und somit relativ seltenen Auftretens in Klassenbildungen bei Beobachtungen von maximal 1-2 Tagen gar nicht auf. Daher wird in nahezu allen Untersuchungen, die sich bei der Analyse des Futteraufnahmeverhaltens mit Mahlzeiten und Pausen zwischen den Mahlzeiten beschäftigen, nur ein Mahlzeitenkriterium bestimmt. Längere Pausen werden in der Regel nicht näher betrachtet. So berichteten JENSEN et al. (1962) bei Hühnern und Puten von Pausen, deren Erfassung nicht näher definiert wurde, mit einer Dauer von etwa 90 Minuten zwischen Mahlzeiten, in denen die Tiere tranken oder ruhten. PICARD et al. (1992) berechneten den Mittelwert aller erfaßten Pausen und gaben Werte, je nach Haltungsform, von 7-15 min für Broiler an. MASIC et al. (1974) gaben durchschnittliche Werte von etwa 15 min für Broiler und Legehennen an. MURPHY und PRESTON (1988b) berichten von Pausenlängen von 11-30 min bei Broilern. Sie beobachteten die Tiere aber nur für 1 h.

Weiter war bei der Betrachtung der relativen Häufigkeiten der längeren Pausendauern die geringe Häufung von Pausen im Bereich ab 30 min und das spätere Ansteigen in der Häufigkeit von Pausen ab 35-50 min auffällig. Sie waren bei allen Freßtypen zu erkennen. Ähnliche Beobachtungen machten auch TOLKAMP et al. (1998) bei einer Untersuchung von Milchkühen. Sie stellten sehr kurze Mahlzeitenkriterien in Frage. Sie konnten bei der Betrachtung der Gesamtheit ihrer erfaßten Daten in einer Log Survivorship Funktion keine Gerade anpassen, welche die Kurve treffend beschrieb, was auch YOUNG und LAWRENCE (1994) bei einer Untersuchung mit Schweinen berichteten. Aus diesem Grunde stellten TOLKAMP et al. (1998) alle gefundenen Pausen als Verteilung der absoluten Häufigkeit dar. Dabei kamen sie zu dem Schluß, daß das Freßverhalten keiner negativen Exponentialverteilung unterliegt, sondern einer schiefen Poisson-Verteilung folgt. Sie erstellten Darstellungen in relativer Häufigkeit, und logarithmierten die Pausendauer, da dies eine gängige Praxis ist, um bei schiefen Verteilungen eine Normalverteilung zu erreichen. Die hierbei entstandene Häufigkeitsverteilung ließ sich dann anhand von 2 Gauß'schen Normalverteilungen beschreiben. Den Schnittpunkt der zwei Verteilungen setzten sie als Mahlzeitenkriterium an. Auf die vorliegende Untersu-

chung übertragen, könnte man durch visuelle Bestimmung ein Mahlzeitenkriterium von 35 min bestimmen, wenn man sich die erfaßten Werte über den gesamten Erfassungszeitraum ansieht. Bei einer wochenweisen Betrachtung der Pausen trifft dies aber nicht mehr umfassend zu. Zwar würde ein solches Kriterium den Freßtyp H recht gut beschreiben, auf den Freßtyp L trifft dies aber nur in Lebenswoche 4 zu. Ab der 5. Lebenswoche ist bei den L-Tieren die Häufigkeit von Pausen mit Längen von 5-50 min nahezu gleich. Aus diesem Grund würde der Freßtyp L in den Lebenswochen 5-7 eher durch ein Mahlzeitenkriterium beschrieben, das im Bereich der kurzen Pausen zu finden ist und bei einer Dauer von etwa 60 s liegt.

In der vorliegenden Untersuchung wurden zwar keine Einzeltiere auf ein Mahlzeitenkriterium überprüft, es kann aber aufgrund der unterschiedlichen Ergebnisse für die Freßtypen davon ausgegangen werden, daß große tierindividuelle Unterschiede bestehen. DUNCAN et al. (1970) stellten bei der Untersuchung ihrer Legehennen fest, daß das gewählte Kriterium von 2 min nur auf eines der acht beobachteten Tiere gut paßte und teilten ihre Tiere mit Zwischenschritten in gute und schlechte Mahlzeitenesser ein. Für die schlechten und sehr schlechten Mahlzeitenesser nannten sie Kriterien von 4 und 6 min. Auch TOLKAMP et al. (1998) bestimmten zeitlich weit auseinander liegende Mahlzeitenkriterien von 26,4 bis 63,7 min für individuelle Milchkühe.

Da in der vorliegenden Untersuchung kein einheitliches Mahlzeitenkriterium definiert werden konnte, wurde darauf verzichtet und so jeder Besuch im Freßplatz mit Futteraufnahme als Mahlzeit gewertet.

Schlußfolgerung

Bei Enten gibt es, wie auch bei anderem Geflügel (SAVORY, 1993, 1999), unterschiedliche Freßtypen. So gibt es Tiere, die ihr Futter in lange andauernden Phasen und großen Portionen zu sich nehmen und lange Pausen zwischen dem Fressen einlegen. Diese Tiere scheinen auch ihr Futter in relativ klar begrenzten Mahlzeiten einzunehmen. Demgegenüber gibt es Enten, die ihr Futter in kurzen Phasen und kleinen Portionen zu sich nehmen und dabei kürzere Pausen zwischen dem Fressen machen. Bei diesen Tieren erscheinen die zeitlichen Abgrenzungen einer Mahlzeit weniger klar. Somit scheint es, mit bedingt durch die Tiere, kein allgemein gültiges Mahlzeitenkriterium zu geben. Auch kann ein Mahlzeitenkriterium durch Umwelt, wie z. B. Abstand von Futter und Wasser, verändert werden. Da somit für jedes Tier individuell ein Mahlzeitenkriterium erstellt und die Futteraufnahmeparameter auf Mahlzeitengröße neu berechnet werden müssen, scheidet diese Möglichkeit für die Betrachtung größerer Bestände über längere Versuchszeiträume aus.

Für die Auswertung der Daten, in Hinsicht auf ein Kriterium, ist auch die Art der Datenerfassung entscheidend. So ist die Spektralanalyse zur Bewertung von großen Tierzahlen eher ungeeignet, da hier nur einzelne Zeitpunkte gespeichert werden (Anfangs- und Endzeitpunkt eines Besuchs im Freßstand). Für eine Auswertung hinsichtlich eines Pausenkriteriums ist aber ein kontinuierlicher Datensatz notwendig, der eine Auflösung im Sekundenbereich haben sollte. Dies würde aber bei der Betrachtung größerer Tierbestände zu einer Vergrößerung der Datenmenge führen, die bei dem heutigen Stand der Technik nicht auswertbar ist. Für eine Analyse der Rhythmik der Futteraufnahme sind Powerspektren dagegen gut geeignet. So sollte in weiteren Untersuchungen an einer größeren Anzahl von Tieren Unterschiede in der Rhythmik innerhalb von Gruppen weiter analysiert werden.

6 Zusammenfassung

Die Erfassung der Futteraufnahme bei Enten erfolgt meist als Mittelwert über eine große Anzahl von Tieren und über längere Erfassungszeiträume. Dabei gehen die Informationen über die Variabilität zwischen den Einzeltieren und die Feinstruktur der Futteraufnahme innerhalb der Tiere verloren. Bisherige Untersuchungen zum individuellen Futteraufnahmeverhalten bei Enten - wie auch bei anderen Geflügelarten - wurden stets nur über wenige Tage und unter Verwendung geringer Tierzahlen gemacht. Die Tiere mußten hierzu einzeln gehalten werden. In der Praxis aber erfolgt die Haltung von Enten in Gruppen. Somit war eine Übertragung der Ergebnisse auf praxisnahe Bedingungen nicht möglich. Die Methoden zur Erfassung der Futteraufnahme von Einzeltieren in der Gruppe sind bisher für Rinder und Schweine verfügbar. Für Geflügel war die Entwicklung einer speziellen Anlage im Vorfeld dieser Untersuchung notwendig. Zur Erfassung der individuellen Futteraufnahme wurde ein Antennen-Receiver-System verwendet. Die Antennen waren am Futtertrog angebracht, die dazugehörigen Transponder waren an den Flügelmarken befestigt. Die Tröge waren mit elektronischen Waagen verbunden. Die Veränderungen der Waagenwerte bei der Futterentnahme wurden an einen Computer weitergeleitet und gespeichert. Dabei wurden Datum, Uhrzeit von Beginn bis Ende eines Besuchs im Freßstand, verzehrte Futtermenge und die individuelle Transpondernummer aufgezeichnet. Die Anlage erlaubte eine kontinuierliche Erfassung der Futteraufnahme ab dem 14. Lebenstag. In der vorliegenden Untersuchung wurden mit dieser Anlage zwei Versuche mit Pekingenten durchgeführt. Im ersten Versuch wurde dabei die Futteraufnahme von 50 männlichen Enten-Masthybriden zwischen dem 14. und 49. Lebenstag erfaßt. Im zweiten Versuch wurden 480 männliche und weibliche Enten einer experimentellen Linie vom 21. bis 45. Lebenstag gemessen. Die Tiere wurden in Gruppen auf Stroheinstreu gehalten. Als Futter stand ein handelsübliches Mastfutter in pelletierter Form sowie Wasser ad libitum zur Verfügung. Der Abstand zwischen Futtertrog und Tränke betrug ca. 1 m in Versuch 1 und ca. 5 m in Versuch 2. Erfaßt wurden dabei folgende Parameter:

Anzahl Mahlzeiten pro Tag (n): Besuch im Freßstand mit Futteraufnahme

Mahlzeitendauer (s)

Mahlzeitengröße (g)

Verzehrintensität (g/min): Futterverbrauch pro Mahlzeit bezogen auf Mahlzeitendauer

Freßpausendauer (s bzw. min)

Freßdauer pro Tag (min)

Futterverbrauch pro Tag (g)

Lebendgewicht (g)

Insgesamt wurden die Daten von 530 Pekingenten mit etwa 260.000 einzelnen „Besuchen“ im Freßstand registriert. Zur Auswertung der Unterschiede im Freßverhalten innerhalb einer Herde wurde eine Gruppierung nach „Freßtyp“ vorgenommen. Die Tiere mit der häufigsten sowie der geringsten Anzahl von Mahlzeiten wurden in Bezug auf die anderen Merkmale des Futteraufnahmeverhaltens und den circadianen Rhythmus verglichen. Enten mit einer großen Anzahl von Mahlzeiten zeichneten sich durch kurze Mahlzeitendauer mit geringer Futteraufnahme pro Mahlzeit sowie kurzen Pausen zwischen den Mahlzeiten aus. Enten mit geringer Anzahl von Mahlzeiten fraßen größere Portionen in längeren Mahlzeiten, die auch durch längere Pausen unterbrochen waren. In der Verzehrintensität sowie der gesamten Freßdauer pro Tag bestanden dabei nur geringe Unterschiede zwischen den Freßtypen. Tiere mit einer großen Anzahl an Mahlzeiten waren leichter als solche mit einer geringen Anzahl an Mahlzeiten. Mit zunehmendem Alter war trotz steigenden Futtermittelsverbrauchs ein Absinken der Anzahl an Mahlzeiten und der Freßdauer pro Tag zu beobachten. Mahlzeitendauer, Mahlzeitengröße und Verzehrintensität stiegen dagegen mit zunehmendem Alter an. Die größten Änderungen im Futteraufnahmeverhalten traten zwischen der dritten und der vierten Lebenswoche auf.

Ein Effekt des Geschlechts wurde nur bei der Anzahl Mahlzeiten pro Tag in Lebenswoche 7 festgestellt.

Unterschiede im Auftreten von Pausen wurden in Abhängigkeit der beiden Versuche, der Freßtypen und des Alters gefunden. Bei der Analyse der Pausen zwischen den Mahlzeiten wurden gängige Verfahren, wie z. B. eine Analyse mit Log Survivorship besprochen. Für die Darstellung der Pausen in der vorliegenden Arbeit wurden ihre Verteilungen in Form von relativer Häufigkeit bei den längeren Pausen und in kumulierter relativer Häufigkeit bei kürzeren Pausen erstellt.

Auf die Bildung eines allgemeinen Mahlzeitenkriteriums für alle Individuen und Altersstufen, das Pausen innerhalb einer Mahlzeit von Pausen außerhalb einer Mahlzeit trennt, wurde verzichtet. In Anbetracht der großen Variation zwischen den Tieren und den Altersstufen wäre dieses pro Tier und Lebenswoche neu zu berechnen gewesen. Auch die Unterschiede in der Verteilung der Pausendauern in Abhängigkeit vom Freßtyp sprechen für verschiedene Mahlzeitenkriterien. So könnte ein Mahlzeitenkriterium unterhalb 1 min, wie es sich in der Literatur für andere Vogelarten findet, für Enten mit wenigen Besuchen am Freßstand ab der 5. Lebenswoche verwendet werden. Für den Freßtyp mit vielen Besuchen am Freßstand ist ein Mahlzeitenkriterium dagegen schwieriger zu erkennen. Es scheint eher im Bereich von 35 min zu liegen.

Der circadiane Rhythmus der Futterraufnahme war bei beiden Freßtypen ähnlich. Die Kurve hatte einen biphasischen Verlauf mit einem Maximum bei Beleuchtungsbeginn sowie einem zweiten Maximum in den beiden letzten Stunden vor der Dunkelphase. Auch während der Dunkelphase nahmen die Enten Futter auf, allerdings lag der Verzehr auf einem niedrigeren Niveau als in der Beleuchtungsphase. Das Powerspektrum zeigte für den Futtermverbrauch, neben einer Vielzahl von Rhythmen im Bereich von 2-4 Stunden, vorwiegend Rhythmen von 4,8; 6; 12 und 24 Stunden. Generell war die Rhythmik bei dem Freßtyp mit vielen Mahlzeiten stärker ausgeprägt. Mit zunehmendem Alter ging die relative Bedeutung des 24 Stunden-Rhythmus zurück, während der 6 Stunden-Rhythmus sich erst in den späteren Mastabschnitten entwickelte.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß sich bei Enten in Bezug auf die Struktur der Mahlzeiten unterschiedliche Freßtypen erkennen lassen. Altersbedingte Effekte in der Struktur des Futterraufnahmeverhaltens treten vor allem bis zum Alter von fünf Wochen auf. Ein allgemeingültiges Mahlzeitenkriterium, das Pausen innerhalb von Mahlzeiten und Pausen zwischen Mahlzeiten trennt, existiert bei Enten nicht. Die Futterraufnahme unterliegt rhythmischen Prozessen, die sich mit dem Alter verändern.

7 Summary

Variation and Rhythm of Individual Feed Intake in Group Housed Pekin Ducks

Records of feed intake in ducks are usually reported as means over a large number of birds and extended periods. By this procedure information on the variability between the individual birds and the temporary structure of feed intake is lost. So far, experiments on individual feed intake in ducks (as in other poultry species) have been carried out in a few birds and over a few days only. Also the birds had to be kept individually. Since ducks are usually kept in large flocks, the results of these experiments may not be applicable for practical husbandry conditions. Methods to record feed intake in group reared individuals were only available for larger domestic species, such as pigs and cattle. Similar equipment for ducks using an antenna-receiver system had to be developed for the present study. The antenna was fitted nearby the feeder and the transponder was attached to the wing mark. The feeders were connected to an electronic scale and the following characteristics were recorded by a PC continuously: number of the bird, day, time of day, time of visits to the feeder, feed consumption. The system was suitable for duckling from 14 days old onwards.

Two experiments were carried out.

In experiment 1 a total of 50 male Pekin-type hybrid from 14 to 49 days of age were used. In experiment 2 records were taken from 480 male and female ducks of an experimental line from day 21 to 45. The birds were raised in groups on deep litter (straw). Commercial pelleted feed and water were provided ad libitum. The distance between feeders and drinkers was 1 m in experiment 1 and 5 m in experiment 2.

The following traits were extracted from the records:

Number of meals per day (defined as visits to the feeder with feed intake)

Duration of meals (sec.)

Size of meals (grams.)

Intensity of feeding (feed intake in grams. per min): feed intake per meal in relation to duration of meal

Duration of pauses (sec. or min.)

Duration of feed intake per day (min.)

Feed intake per day (grams.)

Live weight (grams.)

Dates of a total of 530 ducks and containing 260.000 visits to the feeder were recorded and analysed. On the basis of the duration of the frequency of meals per day two distinct groups, birds with large number of short meals (HM), and birds with a small number of big meals (LM), were identified. Comparisons were made between the two meal-type groups for all traits and the circadian rhythms of feed intake.

HM ducks were characterised by short duration and small size of meals, and short pauses between meals. There was only a small difference between the meal-types for the total duration of feeding and feeding intensity. HM birds were lighter than LM birds. With increasing age, number of meals per day and duration of feeding per day decreased while daily feed consumption increased. Duration and size of meals, and intensity of feeding increased with age. Changes in feeding activities were most important between 3 and 4 weeks of age. An effect of sex was only noted for the number of meals at seven weeks of age. Differences in the occurrence of pauses were found in response to the experiment, meal-type and age.

With regard to the presentation and analysis of pauses the usual procedures using log survivorship functions were discussed. In the present study, however, the differences in the distribution of pauses have been demonstrated using the relative frequency for the pauses of long duration and the cumulative frequency for the pauses of shorter duration. With regard to the high variation of the duration of pauses among individuals and with age the calculation of a single meal criterion, which separates pauses within and between meals, for all individuals and over all ages was not considered useful. On the basis of the distribution of pauses of the different meal-types it seems that the meal criterion is less than one minute in the HM types, and over 35 minutes in the LM types.

The circadian rhythm of feed intake was similar in both meal-type groups and shows a biphasic shape with maxima at the beginning and the end of the light period. There was also feed intake during the dark period, the consumption, however, was lower than in the light period. The power spectra of the feed intake showed main components in the 24; 12; 6 and 4.8 hours rhythms and, in addition, various different rhythms in the area of 2–4 hours. The rhythm pattern was more pronounced in the HM types as compared to the LM types. The power of the 24 hours rhythms decreased with age, while a 6 hours rhythm developed at the end of the test period.

In general it can be said, that there are distinct types of temporal structures in feeding behaviour in ducks. Age-depending changes appear mainly in the early fattening phase up to 5 weeks of age. There is no general meal criterion in ducks which may be applied to all individuals and at all ages. Feed intake underlies rhythmic processes which are modified with age.

8 Literaturverzeichnis

- ABDOU, F. H., ABDELLATIF, M., ABOU-ASHOUR, A. M., KANDIL, A. B. (1973): Some diurnal rhythms in the activity of the fowl. *Arch. Geflügelk.* **37**: 180-186
- ALTEVOGT, R. (1951): Vergleichend-physiologische Untersuchungen an Hühnerrassen stark unterschiedlicher Körpergröße. *Z. Tierpsychol.* **8**: 76-101
- ALTEVOGT, R., WEISS, G. (1969): Messung des Pickimpulses als quantitativer Verhaltensparameter. *Forma et functio* **1**: 405-410
- ASCHOFF, J., MEYER-LOHMANN, J. (1954): Angeborene 24-Stunden-Periodik beim Küken. *Pflügers Archiv* **260**: 170-176
- BARBATO, G. F., CHERRY, J. A., SIEGEL, P. B., VAN KREY, H. P. (1980): Quantitative analysis of the feeding behaviour of four populations of chickens. *Physiol. Behav.* **25**: 885-891
- BAYER, E. (1929): Beiträge zur Zweikomponententheorie des Hungers. *Z. Psychol.* **112**: 1-54
- BERDOY, M. (1993): Defining bouts of behaviour: a three-process model. *Anim. Behav.* **46**: 387-396
- BESSEI, W. (1977): Einige wichtige Verhaltensweisen bei Legehennen und ihre tagesperiodischen Abläufe. *Arch. Geflügelk.* **41**: 62-71
- BESSEI, W. (1978): Die Messung der Futteraufnahme-Aktivität beim Huhn. Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung, *KTBL-Schrift* **233**: 54-69
- BESSEI, W. (1992): Das Verhalten von Broilern unter intensiven Haltungsbedingungen. *Arch. Geflügelk.* **56**: 1-7
- BESSEI, W. (2001): Welfare and quality in broiler production. 6th European Symposium on Poultry Welfare, *Zollikofen*: 103-111
- BESSEI, W., REITER, K., BLEY, T., ZEEB, F. (1999): Measuring pecking of a bunch of feathers in individually housed hens: first results of genetic studies and feeding related reactions. *Lohmann Information* **22**: 27-31
- BÖRNERT, D., SCHUH, J., TOMASELLI, G. (1975): Die Analyse biologischer Rhythmen mittels Korrelationsfunktion und Power-Spektrum. *Biol. Zbl.* **94**: 3-16
- BRÄNNÄS, E., ALANÄRÄ, A. (1993): Monitoring the feeding activity of individual fish with a demand feeding system. *J. Fish. Biol.* **42**: 209-215
- BRÄNNÄS, E., WIKLUND, B.-S., BUREL, C., CISZUK, P., LILJEDAHN, L.-E., KIESSLING, A. (2001): Note on a method for individual recognition in feed pecking in free running groups of hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **70**: 239-243
- CLIFTON, P. G. (1979): Temporal patterns of feeding in the domestic chick. I. ad libitum. *Anim. Behav.* **27**: 811-820

- DADO, R. G., ALLEN, M. S. (1993): Continuous computer acquisition of feed and water intakes, chewing, reticular motility, and ruminal pH of cattle. *J. Dairy Sci.* **76**: 1589-1600
- DADO, R. G., ALLEN, M. S. (1994): Variation in and relationship among feeding, chewing and drinking variables for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* **77**: 132-144
- DE HAER, L. C. M., MERKS, J. W. M. (1992): Patterns of daily food intake in growing pigs. *Anim. Prod.* **54**: 95-104
- DE HAER, L. C. M., DE VRIES, A. G. (1993): Feed intake patterns of and feed digestibility in growing pigs housed individually or in groups. *Livest. Prod. Sci.* **33**: 277-292
- DINGLE, J. G. (1971): Feeding activity of caged layers. *Poult. Sci.* **50**: 1520-1521
- DUNCAN, I. J. H., HORNE, A. R., HUGHES, B. O., WOOD-GUSH, D. G. M. (1970): The pattern of food intake in female brown leghorn fowls as recorded in a Skinner Box. *Anim. Behav.* **18**: 245-255
- DUNCAN, I. J. H., HUGHES, B. O. (1972): Free and operant feeding in the domestic fowls. *Anim. Behav.* **20**: 775-777
- ERIKSON, S., KIVIMÄE, A. (1954): Diurnal variation in food consumption and carbon dioxide production in laying hens. *Acta. Agric. Scand.* **4**: 71-77
- ESKELAND, B. (1976): Methods of observation and measurement of different parameters as an assessment of bird welfare. 5th European Poultry Conference, Malta, Vol. II: 988-998
- FAGEN, R. M., YOUNG, D. Y. (1978): Temporal patterns of behaviour: durations, intervals, latencies, and sequences. In: COLGAN, P. W. (Hrsg.): *Quantitative Ethology*. J. Willey & Sons, New York: 79-114
- FORBES, J. M., JACKSON, D. A., JOHNSON, C. L., STOCKILL, P., HOYLE, B. S. (1986): A method for the automatic monitoring of food intake and feeding behaviour of individual cattle kept in group. *Research and Development in Agriculture* **3**: 175-180
- FRANCKE, H. (1990): Nutzung ethologischer Parameter zur Schätzung der Grundfutteraufnahme bei Milchkühen. Dissertation, Schriftenreihe des Institutes für Tierzucht und Tierhaltung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
- FUJITA, H. (1972): Quantitative studies on the variations in feeding activity of chickens. I. Recording apparatus for the measurement of feeding activity. *Jap. Poult. Sci.* **9**: 134-140
- FUJITA, H. (1973): The effect of length of daily periods on diurnal feeding activity of laying hens. *Jap. Poult. Sci.* **10**: 123-127

- GOUSSOPOULOS, J. Y., PRUD'HOM, C. M., BACON, F. (1973): Enregistrement graphique de l'activité et du comportement alimentaire du poulet. *Annales. Zootechn.* **22** : 133-145
- HEIBENBERG, I. (2000): Die Aussagekraft des TOBEC-Verfahrens in bezug auf die Futtermittelverwertung und die Schlachtleistungsmerkmale der Pekingente. Diplomarbeit, Fachhochschule Osnabrück
- HOCKING, P. M., HUGHES, B. O., KEER-KEER, S. (1997): Comparison of food intake, rate of consumption, pecking activity and behaviour in layer and broiler breeder males. *Brit. Poult. Sci.* **38**: 237-240
- HSIA, L. C., WOOD-GUSH, D. G. M. (1984): The temporal patterns of food intake and allelomimetic feeding by pigs of different ages. *Appl. Anim. Ethol.* **11**: 271-282
- HUGHES, B. O. (1972): A circadian rhythm of calcium intake in the domestic fowl. *Brit. Poult. Sci.* **13**: 485-493
- HUGHES, B. O., BLACK, A. J. (1976): Battery cage shape: Its effect on diurnal feeding pattern, egg shell cracking and feather pecking. *Brit. Poult. Sci.* **17**: 327-336
- HUGHES, B. O., BLACK, A. J. (1977): Diurnal patterns of feeding and activity in laying hens in relation to dietary restriction and cage shape. *Brit. Poult. Sci.* **18**: 353-360
- HUON, F., MEUNIER-SALAÜN, M.-C., FAURE, J. M. (1986): Feeder design and available feeding space influence the feeding behaviour of hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **15**: 65-70
- HURNIK, J. F., SUMMERS, J. D., REINHART, B. S., SWIERCZEWSKA, E. M. (1977): Effect of age on the performance of laying hens during the first year of production. *Poult. Sci.* **56**: 222-230
- JENSEN, L. S., MERRILL, L. H., REDDY, C. V., MCGINNIS, J. (1962): Observation on eating patterns and rate of food passage of birds fed pelleted and unpelleted diets. *Poult. Sci.* **41**: 1414-1419
- KLEMM, R. (1986): Ergebnisse und Auswirkungen einer direkten Selektion auf individuellen Futteraufwand bei Enten. Dissertation, Universität Leipzig
- KLEMM, R., PINGEL, H. (1992): Results and effects of direct selection for feed efficiency in the domestic ducks: 1. Report: Results of direct selection experiments. *Arch. Geflügelk.* **56**: 216-221
- KLEMM, R., REITER, K., PINGEL, H. (1994): Results and effects of direct selection for feed efficiency in the domestic ducks: 2. Report: Methodical aspects. *Arch. Geflügelk.* **58**: 176-181
- MACHLIS, L. (1977): An analysis of the temporal patterning of pecking in chicks. *Behaviour* **63**: 1-70

- MASIC, B., WOOD-GUSH, D. G. M., DUNCAN, I. J. H., MCCORQUODALE, C., SAVORY, C. J. (1974): A comparison of the feeding behaviour of young broiler and layer males. *Brit. Poul. Sci.* **15**: 499-505
- MAYES, E., DUNCAN, P. (1986): Temporal patterns of feeding in free-ranging horses. *Behaviour* **96**: 103-129
- METZ, J. H. M. (1975): Time patterns of feeding and rumination in domestic cattle. *Medelingen Landbouwhogeschool Wageningen* 75/12
- MONGIN, P., SAUVEUR, B. (1974): Voluntary food and calcium intake by laying hens. *Brit. Poul. Sci.* **15**: 349-359
- MURPHY, L. B., PRESTON, A. P. (1988a): Food Availability and the feeding and drinking behaviour of broiler chickens grown commercially. *Brit. Poul. Sci.* **29**: 273-283
- MURPHY, L. B., PRESTON, A. P. (1988b): Time-budgeting in meat chickens grown commercially. *Brit. Poul. Sci.* **29**: 571-580
- NELSON, K. (1964): The temporal pattern of courtship behaviour in the glandulocaudine fishes (*Ostariophysi, characidae*). *Behaviour* **24**: 90-146
- PICARD, M., TURRO, I., LAUNAY, F., MILLS, A. D., MELIN, J. M., FAURE, J. M. (1992): Food intake patterns of three week old broilers caged individually or in groups. 19th World's Poultry Congress, Amsterdam **2**: 429-434
- PINGEL, H., TRETTNER, K. (1987): Mast- und Schlachtleistung von Moschusenten (*Cairna moschata*) und deren Kreuzung mit Pekingenten (*Anas platyrinchos*). *Arch. Tierz.* **30**: 523-527
- PURBA-SIDADOLOG, J.-H. (1987): Untersuchungen zur täglichen Futteraufnahme-Rhythmik von Legehennen in Abhängigkeit von Herkunft, Beleuchtung und Fütterung. Dissertation, Universität Bonn
- RAJECKI, D. W., IVINS, B., REIN, B. (1976): Social discrimination and aggressive pecking in domestic chicks. *J. Comp. Physiol. Psychol* **90**: 442-452.
- REITER, K. (1990): Untersuchungen zum Futteraufnahmeverhalten bei Pekingenten (*Anas platyrhynchos f. domestica*). Dissertation, Universität Leipzig
- REITER, K. (1992): Investigations of feeding- and drinking behaviour in ducks. 9th International Symposium on Waterfowl, Pisa: 220-221
- REITER, K. (1993a): Untersuchungen zum Futteraufnahme- und Wasseraufnahmeverhaltens als Grundlage der Trog- und Tränkengestaltung bei Enten. *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung, KTBL-Schrift* **356**: 213-224

- REITER, K. (1993b): Short term analysis of feeding and drinking behaviour of ducks. International Congress on Applied Ethology, 3rd Joint Meeting, Berlin: 508-511
- REITER, K. (1997): Das Verhalten von Enten (*Anas platyrhynchos f. domestica*). Arch. Geflügelk. **61**: 149-161
- REITER, K. (2000): Zum Verhalten von Enten. In: Petersen (Hrsg.): Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft, Ulmer Verlag: 136-142
- REITER, K., LAUBE, R. B. (1994): Biorhythmische Untersuchungen des Futteraufnahmeverhaltens bei Enten. Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung, KTBL-Schrift **361**: 107-119
- REITER, K., BESSEL, W. (1996): Effect of the distance between feeder and drinker on behaviour and leg disorders of broilers. 30th Congress of Applied Ethology, Guelph: 231-232
- REITER, K., BESSEL, W. (1999): The effect of cyclic high temperature on activity and feed and water intake in Pekin ducks. 1st World Conference on Waterfowl, Taichung: 425-429
- REITER, K., BESSEL, W. (2000): Effect of high ambient temperature on feeding and drinking behaviour of laying hens with different water intake. 33rd International Congress of Applied Ethology, Florionopolis: 132-133
- ROOK, A. J., HÜCKLE, C. A. (1997): Activity bout criteria for grazing dairy cows. Appl. Anim. Behav. Sci. **54**: 89-96
- ROSS, E. J., DEEMING, D. C. (1997): Feeding and vigilance behaviour of breeding ostriches (*Struthio camelus*) in a farming environment in Britain. Brit. Poult. Sci. **39**: 173-177
- SAVORY, C. J. (1976): Effects of different lighting regimes on diurnal feeding patterns of the domestic fowl. Brit. Poult. Sci. **17**: 341-350
- SAVORY, C. J. (1980): Meal occurrence in Japanese Quail in relation to particle size and nutrient density. Anim. Behav. **28**: 160-171
- SAVORY, C. J. (1989): Responses of fowl to an operant feeding procedure and its potential use for reducing randomness in meal occurrence. Physiol. Behav. **45**: 373-379
- SAVORY, C. J. (1993): Voluntary regulation of food intake. 4th European Symposium on Poultry Welfare, Edinburgh: 54-68
- SAVORY, C. J. (1999): Temporal control of feeding behaviour and its association with gastrointestinal function. J. Exp. Zool. **283**: 339-347
- SCHREIBER, U., POMMERER, W., HÖRNICKE, H. (1978): Erfassung der Tagesrhythmik von Kaninchen mit einem Prozeßrechner. Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung, KTBL-Schrift **233**: 93-103

- SIBLY, R. M., NOTT, H. M. R., FLETCHER, D. J. (1990): Splitting behaviour into bouts. *Anim. Behav.* **39**: 63-69
- SIEGEL, P. B., GUHL, A. M. (1956): The measurement of some diurnal rhythms in the activity of White Leghorn cockerels. *Poult. Sci.* **35**: 1340-1345
- SIEGEL, P. B., BEANE, W. L., KRAMER, C. Y. (1962): The measurement of feeding activity in chickens to 8 weeks of age. *Poult. Sci.* **41**: 1419-1422
- SLATER, P. J. B. (1974): The temporal pattern of feeding in the zebra finch. *Anim. Behav.* **22**: 506-515
- SLATER, P. J. B., LESTER, N. P. (1982): Minimising errors in splitting behaviour into bouts. *Behaviour* **79**: 153-161
- STAMER, E. (1995): Futteraufnahmeverhalten von Milchkühen - Analyse der Zeitstruktur und Nutzungsmöglichkeiten. Dissertation, Schriftenreihe des Institutes für Tierzucht und Tierhaltung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
- STAMER, E., JUNGE, W., KALM, E. (1997): Die Zeitstruktur des Futteraufnahmeverhaltens von Milchkühen unter Laufstallbedingungen. *Arch. Tierz.* **40**: 195-214
- TOLKAMP, B. J., ALLCROFT, D. J., AUSTIN, E. J., NIELSEN, B. L., KYRIAZAKIS, I. (1998): Satiety splits feeding behaviour into bouts. *J. theor. Biol.* **194**: 235-250
- TOLMAN, C. W. (1964): Social facilitation of feeding behaviour in the domestic chick. *Anim. Behav.* **12**: 245-251
- VAN ROJEN, J. (1991): Feeding behaviour as an indirect measure of food intake in laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **30**: 105-115
- WEAVER, W. D., SIEGEL, P. B. (1968): Photoperiodism as a factor in feeding rhythms of broiler chickens. *Poult. Sci.* **47**: 1148-1154
- WIENZEK, G. (1973): Messung des Pickimpulses bei Haushühnern und Küken als quantitativer Verhaltensparameter. *Forma et functio* **6**: 113-176
- WIEPKEMA, P. R. (1968): Behaviour changes in CBA mice as a result of one goldthioglucose injection. *Behaviour* **32**: 179-210
- WOOD-GUSH, D. G. M. (1959): Time-lapse photography – a technique for studying diurnal rhythms. *Physiol. Zool.* **32**: 272-283
- WOOD-GUSH, D. G. M., GOWER, D. M. (1968): Studies on motivation in the feeding behaviour of the domestic cock. *Anim. Behav.* **16**: 101-107
- YO, T., VILARINO, M., FAURE, J. M., PICARD, M. (1997): Feed pecking in young chickens: new techniques of evaluation. *Physiol. Behav.* **61**: 803-810

YOUNG, R. J., LAWRENCE, A. B. (1994): Feeding behaviour of pigs in groups monitored by a computerized feeding system. *Anim. Prod.* **58**: 145-152

9 Anhang

Anhang I: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) der Anzahl Mahlzeiten pro Tag in Abhängigkeit von Freßtyp (T) und Futterverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 3-7 und Least Square Mittelwerte in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 3-7)- Versuch 1

Varianz- ursache	Lebenswoche									
	3		4		5		6		7	
T	16,84	***	22,57	***	23,80	***	17,67	***	9,31	***
FVB	0,22	n. s.	0,19	n. s.	0,01	n. s.	0,94	n. s.	1,07	n. s.
Least Square Mittelwerte										
H	85,2	^a	42,6	^a	31,4	^a	31,4	^a	26,0	^a
L	39,7	^c	19,6	^c	11,3	^c	11,7	^c	12,2	^c
R	55,0	^b	28,6	^b	19,3	^b	19,9	^b	17,1	^b

Anhang II: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Mahlzeitendauer (s) in Abhängigkeit von Freßtyp (T) und Futterverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 3-7 und Least Square Mittelwerte in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 3-7)- Versuch 1

Varianz- ursache	Lebenswoche									
	3		4		5		6		7	
T	11,38	***	10,37	***	11,42	***	6,94	***	6,20	***
FVB	3,77	n. s.	5,36	*	1,02	n. s.	0,01	n. s.	3,78	n. s.
Least Square Mittelwerte										
H	17,1	^c	20,9	^c	24,7	^c	25,0	^b	35,3	^b
L	33,7	^a	61,1	^a	100,1	^a	80,6	^a	77,5	^a
R	23,4	^b	30,3	^b	44,2	^b	46,2	^b	42,7	^b

Anhang

Anhang III: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Mahlzeitengröße (g) in Abhängigkeit von Freßtyp (T) und Futterverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 3-7 und Least Square Mittelwerte in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 3-7)- Versuch 1

Varianz- ursache	Lebenswoche									
	3		4		5		6		7	
T	15,86	***	21,74	***	21,08	***	16,90	***	8,25	***
FVB	6,63	*	12,82	***	8,71	**	0,65	n. s.	1,55	n. s.
Least Square Mittelwerte										
H	2,2	^c	4,7	^c	7,6	^c	8,1	^c	9,8	^c
L	4,6	^a	10,1	^a	19,5	^a	20,9	^a	19,5	^a
R	3,3	^b	6,9	^b	11,8	^b	13,2	^b	14,2	^b

Anhang IV: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) der Verzehrintensität (g/min) in Abhängigkeit von Freßtyp (T) und Futterverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 3-7 und Least Square Mittelwerte in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 3-7)- Versuch 1

Varianz- ursache	Lebenswoche									
	3		4		5		6		7	
T	1,11	n. s.	1,64	n. s.	3,60	*	2,50	n. s.	0,95	n. s.
FVB	0,42	n. s.	0,05	n. s.	0,44	n. s.	0,40	n. s.	2,09	n. s.
Least Square Mittelwerte										
H	9,0		16,5		19,6	^{ab}	20,5		21,0	
L	8,4		14,2		16,8	^b	20,3		22,6	
R	9,7		16,8		21,6	^a	23,4		23,3	

Anhang

Anhang V: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Freßdauer pro Tag (min) in Abhängigkeit von Freßtyp (T) und Futterverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 3-7 und Least Square Mittelwerte in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 3-7)- Versuch 1

Varianz- ursache	Lebenswoche									
	3		4		5		6		7	
T	0,75	n. s.	1,73	n. s.	2,54	n. s.	2,87	n. s.	1,68	n. s.
FVB	6,37	***	10,18	**	2,25	n. s.	1,73	n. s.	22,39	***
Least Square Mittelwerte										
H	21,9		13,8		12,8		14,0		12,6	
L	21,4		17,5		18,2		15,4		15,1	
R	20,0		13,1		12,8		13,3		11,2	

Anhang VI: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) und des Parameters Lebendgewicht (g) in Abhängigkeit von Freßtyp (T) innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 3-7 und Least Square Mittelwerte in Abhängigkeit von Freßtyp (H, L, R) und Alter (Lebenswoche 3-7)- Versuch 1

Varianz- ursache	Lebenstag											
	14		21		28		35		42		49	
T	2,4	n. s.	3,79	*	3,65	*	3,68	*	4,0	*	1,6	n. s.
Least Square Mittelwerte												
H	663,5		1253,7	^b	1836,8	^b	2428,7	^b	3073,2	^b	3452,3	
L	715,5		1394,7	^a	2045,7	^a	2687,7	^a	3373,5	^a	3601,8	
R	718,8		1366,4	^a	1992,3	^a	2617,6	^a	3254,9	^a	3579,2	

Anhang

Anhang VII: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Anzahl Mahlzeiten pro Tag (n) in Abhängigkeit von Geschlecht (G), Freßtyp (T), Interaktion (G*T) und Futterverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 4-7 und Least Square Mittelwerte in Abhängigkeit von Geschlecht (W, M), Freßtyp (H, L, R), Interaktion von Geschlecht mit Freßtyp und Alter (Lebenswoche 4-7)- Versuch 2

Varianz- ursache	Lebenswoche							
	4		5		6		7	
G	0,07	n. s.	0,37	n. s.	1,63	n. s.	12,32	***
T	198,77	***	227,50	***	173,44	***	79,69	***
G*T	0,21	n. s.	1,66	n. s.	0,30	n. s.	0,14	n. s.
FVB	0,03	n. s.	11,56	***	12,60	***	0,16	n. s.
Least Square Mittelwerte								
W	29,1		18,8		14,7		13,2	^b
M	29,2		18,3		15,3		15,4	^a
H	42,2	^a	28,3	^a	22,2	^a	20,1	^a
L	17,7	^c	10,6	^c	9,1	^c	9,9	^c
R	27,6	^b	16,8	^b	13,7	^b	12,8	^b
W,H	42,3		29,1		21,9		18,2	
W,L	17,7		10,7		8,9		9,3	
W,R	27,4		16,5		13,2		11,9	
M,H	42,2		27,4		22,5		22,0	
M,L	17,8		10,5		9,2		10,6	
M,R	27,7		17,1		14,2		13,7	

Anhang

Anhang VIII: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Mahlzeitendauer (s) in Abhängigkeit von Geschlecht (G), Freßtyp (T), Interaktion (G*T) und Futtermittelverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 4-7 und Least Square Mittelwerte in Abhängigkeit von Geschlecht (W, M), Freßtyp (H, L, R), Interaktion von Geschlecht mit Freßtyp und Alter (Lebenswoche 4-7)- Versuch 2

Varianz- ursache	Lebenswoche							
	4		5		6		7	
G	0,87	n. s.	1,35	n. s.	0,07	n. s.	2,79	n. s.
T	74,36	***	86,15	***	71,08	***	39,30	***
G*T	0,92	n. s.	1,61	n. s.	0,38	n. s.	0,36	n. s.
FVB	20,38	***	42,89	***	67,20	***	34,32	***
Least Square Mittelwerte								
W	29,8		47,7		57,6		62,9	
M	29,9		47,5		57,8		58,8	
H	20,0 ^c		28,1 ^c		36,2 ^c		42,7 ^c	
L	42,3 ^a		70,8 ^a		81,8 ^a		77,9 ^a	
R	27,3 ^b		43,9 ^b		55,1 ^b		62,1 ^b	
W,H	18,8		25,2		35,5		45,8	
W,L	43,6		73,7		80,7		78,9	
W,R	27,1		44,1		56,5		64,2	
M,H	21,1		31,0		36,8		39,5	
M,L	41,0		67,8		82,9		77,0	
M,R	27,4		43,6		53,7		60,0	

Anhang

Anhang IX: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Mahlzeitengröße (g) in Abhängigkeit von Geschlecht (G), Freßtyp (T), Interaktion (G*T) und Futterverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 4-7 und Least Square Mittelwerte in Abhängigkeit von Geschlecht (W, M), Freßtyp (H, L, R), Interaktion von Geschlecht mit Freßtyp und Alter (Lebenswoche 4-7)- Versuch 2

Varianz- ursache	Lebenswoche							
	4		5		6		7	
G	0,09	n. s.	0,83	n. s.	2,34	n. s.	9,52	**
T	203,66	***	226,77	***	162,00	***	76,80	***
G*T	0,26	n. s.	2,20	n. s.	0,36	n. s.	0,10	n. s.
FVB	155,52	***	179,53	***	190,52	***	86,04	***
Least Square Mittelwerte								
W	7,9		15,6		22,5		25,3	^a
M	8,0		15,7		21,7		22,6	^b
H	5,0	^c	9,0	^c	13,4	^c	15,3	^c
L	11,6	^a	23,3	^a	31,5	^a	31,8	^a
R	7,4	^b	14,7	^b	21,5	^b	24,8	^b
W,H	4,8		8,5		13,4		16,4	
W,L	11,5		23,2		32,0		33,1	
W,R	7,4		15,1		22,2		26,3	
M,H	5,1		9,5		13,5		14,2	
M,L	11,6		23,3		30,9		30,4	
M,R	7,3		14,4		20,7		23,2	

Anhang

Anhang X: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Verzehrintensität (g/min) in Abhängigkeit von Geschlecht (G), Freßtyp (T), Interaktion (G*T) und Futtermittelverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 4-7 und Least Square Mittelwerte in Abhängigkeit von Geschlecht (W, M), Freßtyp (H, L, R), Interaktion von Geschlecht mit Freßtyp und Alter (Lebenswoche 4-7)- Versuch 2

Varianz- ursache	Lebenswoche							
	4		5		6		7	
G	0,88	n. s.	0,54	n. s.	2,00	n. s.	3,73	n. s.
T	6,10	**	2,81	n. s.	2,49	n. s.	4,70	**
G*T	0,21	n. s.	0,77	n. s.	0,05	n. s.	0,35	n. s.
FVB	22,04	***	8,60	**	1,44	n. s.	6,43	*
Least Square Mittelwerte								
W	16,7		21,4		25,2		25,2	
M	16,2		20,9		24,1		23,7	
H	15,2 ^b		20,0		23,2		22,5 ^b	
L	17,1 ^a		21,5		25,4		25,6 ^a	
R	17,1 ^a		21,9		25,3		25,2 ^a	
W,H	15,7		20,6		23,6		22,8	
W,L	17,3		21,2		26,0		26,7	
W,R	17,3		22,4		25,9		26,1	
M,H	14,7		19,5		22,8		22,3	
M,L	17,0		21,8		24,7		24,5	
M,R	16,9		21,3		24,7		24,3	

Anhang

Anhang XI: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Freßdauer pro Tag (min) in Abhängigkeit von Geschlecht (G), Freßtyp (T), Interaktion (G*T) und Futtermittelverbrauch (FVB) als Kovariable innerhalb der Altersstufen Lebenswoche 4-7 und Least Square Mittelwerte in Abhängigkeit von Geschlecht (W, M), Freßtyp (H, L, R), Interaktion von Geschlecht mit Freßtyp und Alter (Lebenswoche 4-7)- Versuch 2

Varianz- ursache	Lebenswoche							
	4		5		6		7	
G	0,51	n. s.	0,39	n. s.	1,44	n. s.	2,20	n. s.
T	5,24	**	2,33	n. s.	1,96	n. s.	4,62	*
G*T	0,70	n. s.	0,92	n. s.	0,05	n. s.	0,17	n. s.
FVB	28,69	***	30,69	***	51,95	***	64,78	***
Least Square Mittelwerte								
W	12,0		11,7		11,5		12,3	
M	12,4		11,9		12,0		13,2	
H	13,2	^a	12,2		12,2		13,6	^a
L	11,7	^{ab}	11,7		11,7		12,4	^b
R	11,8	^b	11,4		11,5		12,4	^b
W,H	12,5		11,6		11,9		13,4	
W,L	11,9		12,2		11,3		11,7	
W,R	11,7		11,2		11,3		12,0	
M,H	13,9		12,8		12,4		13,8	
M,L	11,5		11,3		12,1		13,1	
M,R	11,9		11,6		11,6		12,7	

Anhang

Anhang XII: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte, Signifikanz) des Parameters Lebendgewicht (g) in Abhängigkeit von Geschlecht (G), Freßtyp (T) und Interaktion (G*T) innerhalb der Altersstufen Lebenstag 21 und 45 und Least Square Mittelwerte in Abhängigkeit von Geschlecht (W, M), Freßtyp (H, L, R), Interaktion von Geschlecht mit Freßtyp und Alter (Lebenstag 21 und 45)- Versuch 2

Varianz- ursache	Lebenstag			
	21		45	
G	0,02	n. s.	1,51	n. s.
T	10,35	**	5,49	**
G*T	1,40	n. s.	1,65	n. s.
Least Square Mittelwerte				
W	1060,7		3010,3	
M	1062,9		3052,9	
H	1005,6	^b	2943,6	^b
L	1108,0	^a	3091,4	^a
R	1071,8	^a	3059,8	^a
W,H	1020,0		2968,3	
W,L	1104,1		3045,2	
W,R	1058,0		3017,3	
M,H	991,2		2918,9	
M,L	1111,9		3137,5	
M,R	1085,6		3102,2	

Herrn Prof. Dr. W. Bessei danke ich recht herzlich für die Überlassung des Themas und in besonderem Maße für die jederzeit offen stehende Türe.

Herrn PD Dr. K. Reiter danke ich besonders für die wertvolle und freundliche Unterstützung während des gesamten Projektes.

Mein weiterer Dank gilt all den Mitarbeitern des Fachgebietes Nutztierethologie und Kleintierzucht, die durch ihre Unterstützung zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Herrn T. Nonnast danke ich für die stets gute Zusammenarbeit während der Erstellung des Freßstandes, wodurch die Durchführung dieser Arbeit erst ermöglicht wurde.

Nicht zuletzt bedanke ich mich bei meiner Familie, die mir dies erst ermöglichte, und bei meiner Lebensgefährtin Corinna für ihre ständige Unterstützung.